



Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*)

Kristensen, Preben; Lund, H.S.

Publication date:
2008

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Kristensen, P., & Lund, H. S. (2008). *Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*)*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. DTU Aqua-rapport No. 195-08 http://www.aqua.dtu.dk/Publikationer/Forskningsrapporter/Forskningsrapporter_siden_2008

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*)

Preben Kristensen, DTU Aqua
Henrik S. Lund, DTU Aqua

Projekt finansieret delvist via EU's Fiskerisektorprogram FIUF og
Fødevareministeriet og delvist via Fødevareministeriets Innovationslovsmidler

Juni 2008

ISBN nr. 987-87-7481-084-1

DTU Aqua-rapport nr. 195-08

Indholdsfortegnelse

1. Sammenfatning og English summary	3
1.1 Sammenfatning.....	3
1.2 English summary.....	6
2. Indledning.....	9
2.1 Baggrund for projektet	11
2.2 Formål	12
2.3 Udstyr og forsøgsfaciliteter	13
2.3.1 Udstyr og forsøgsfaciliteter på DTU Aqua i Hirtshals.....	13
2.3.2 Udstyr og forsøgsfaciliteter på båden S281 ”Frank Maiken”	15
3. Vigtige faktorer af betydning for overlevelsen.....	22
3.1 Temperatur	22
3.1.1 Overlevelse i forhold til temperaturer	22
3.1.2 Temperaturskift - betydning for overlevelsen.....	31
3.2 Opbevaring.....	35
3.2.1 Langtids-overlevelse af stabiliserede jomfruhummere	35
3.2.2 Overlevelse ved tør opbevaring	37
3.2.3 Overlevelse ved 48h tør opbevaring - og recovery	44
3.3 Trawl-slæbetid.....	52
3.4 Skader og overlevelse.....	54
3.4.1 Skader på jomfruhummere i denne undersøgelse	54
3.4.2 Overlevelse efter påførte skader.....	57
3.5 Udsortering.....	61
3.5.1 Udsortering (individuelle forskelle).....	61
3.5.2 Udsortering (betydning af sorteringstiden)	65
3.6 Betydning af vandets salinitet for overlevelsen	68
3.7 Udskillelse af ammonium.....	74
3.8 Opbevarings-position og temperatur (årstid)	84
4. Referencer.....	88

1. Sammenfatning og English summary

1.1 Sammenfatning

Eksport af levende jomfruhummere til primært Sydeuropa er en meget lovende markedsmulighed, med et betydeligt volumen og gode priser.

I dette projekt, finansieret af EU's fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet samt Forsøgsfiskerimidler (Innovationsloven), er der påvist gode muligheder for at kunne udnytte danske trawlfangne jomfruhummere til en sådan eksport.

Da jomfruhummer er en både værdi- og volumenmæssigt meget betydningsfuld art for dansk fiskeri, forekommer det oplagt at forfølge de via projektet påviste muligheder for forøgelse af markedsværdien for en del af fangsten.

Der er udført en række praktiske forsøg for belysning af muligheder og begrænsende parametre m.v. Til fangst og levendehåndtering af jomfruhummere blev den 88 BT store trawler S 281 "Frank Maiken" udstyret med 2 termostattyrede køletanke samt dæksudstyr m.v. til sortering af levende hummere. Forsøgene med opbevaring, håndtering, ammoniumudskillelse m.m. blev udført hos DTU Aqua i Hirtshals i to termostattyrede kølecontainere, der var indrettede med kar og akvarier til recirkulering eller gennemstrømning med frisk saltvand.

Temperaturen spiller en stor rolle for overlevelsen af jomfruhummere i forbindelse med fangst og levendehåndtering. Jomfruhummerne lever i et miljø, hvor temperaturen ved bunden kun varierer med få grader året rundt. Bratte temperaturstigninger har vist sig at påvirke overlevelsen negativt, hvorimod temperaturfald ikke synes at have samme betydning. Forsøg med opbevaring ved 5 °C og 10 °C på båden og i opbevaringskar i land viste dog kun ringe forskel i overlevelsen.

Der var signifikant forskel på overlevelsen af jomfruhummere, når man sammenligner de enkelte fiskedage og ved sammenligning af de to daglige trawltræk (der var ikke et gennemgående, entydigt mønster).

Den største dødsårsag for trawlfangede jomfruhummere er skader på dyrene, som forvoldes i trawlet under fiskeriet og efter at fangsten er bragt ombord på båden. Ved kun at medtage perfekte/intakte dyr uden skader og opbevare dem adskilt i "skotske kassetter", var overlevelsen efter 8 dages restitution i kølecontainere i land gennemsnitligt 86 % ud af 1744 hjemtagne jomfruhummere.

Skadede dyr døde typisk i ugen efter fangsten, hvorefter dødeligheden faldt til et meget lavt niveau på ca. 0,25 % per dag. Jomfruhummere kan opbevares meget længe (måneder) uden fodring.

Den hyppigste skade (> 50 %) blandt de hummere, der dør inden 8 dage fra fangst, er bid på halens underside, der er blød og derfor nem at "punktere". Samtidig er netop skader på dette sted svære at opdage, når hummerne inspiceres om bord på båden efter fangst. Manglende ben er næsthyppest skade blandt de dyr der dør; jo flere ben der mangler, jo større er sandsynligheden for at de dør. Selvom manglende ben ikke i sig selv er livstruende, kan det være et indicium for en hård medfart undervejs fra fangst til udsortering.

Restituerede(ustressede) jomfruhummere kan overleve længe uden for vand, når blot temperaturen er lav og luftfugtigheden høj. Eksempelvis var overlevelsen 90 % ved "tør" opbevaring ved 5 °C

efter 48 timer, mens den tilsvarende overlevelse ved 10 °C kun var ca. 75 %. Den længstlevende jomfruhummer døde først efter 318 timers tør opbevaring ved 5 °C (næsten 14 dage).

Nyfangede (stressede) jomfruhummere kan kun opbevares tørt i kortere tid. Ved 5 grader var overlevelsen 100 % efter 12 timer, men faldt derefter drastisk, og efter 48 timer var overlevelsen kun ca. 10 %. Kortere tids ophold uden for vand (< 6 timer) havde derimod ingen indflydelse på overlevelsen.

Forskellige metoder blev undersøgt for at øge overlevelsen yderligere ved tør opbevaring, såsom overbrusning og kontinuert drypning med koldt havvand, uden dog at have nogen effekt.

Undersøgelserne viste også at hummere, der forud havde været opbevaret i 1 måned i rindende havvand uden fodring, havde en væsentlig bedre overlevelse ved tør opbevaring end hummere, der forud havde været opbevaret i 2 måneder uden fodring (sulteffekt).

En væsentlig faktor er evnen til at identificere skader på hummerne. Eksempelvis viste forsøg, at når øvede personer frasorterer jomfruhummere, kan den efterfølgende overlevelse nå op over 90 % til sammenligning med uøvede folk, der kun opnåede knap 70 % overlevende jomfruhummere. Foruden træning i sortering er det vigtigt, at have gode lysforhold og skyllevand til brug for inspektionen.

Jomfruhummere findes typisk i havområder, hvor saliniteten er over 28-30 ‰, da de i vand med lavere salinitet svulmer op på grund af osmose og ikke menes at kunne kompensere ved at udskille det overskydende vand, med stor dødelighed til følge. Svenske undersøgelser har vist, at der kan opstå skader ved saliniteter under 28 ‰.

Problemet med lave saltholdigheder kan eventuelt være af betydning i sydlige Kattegat, hvor overfladevandet kan have saliniteter ned under 20 ‰. Ellers aftager risikoen ud gennem Skagerrak, hvor saliniteten kun undtagelsesvist kunne være et problem. Tages der vand ind til køletankene i områder med lav salinitet, kan jomfruhummerne blive udsat for vand med for lav salinitet i adskillige timer, hvilket kan påvirke overlevelsen.

Overskydende kvælstof udskilles i form af ammonium, der afhængigt af især vandets surhedsgrad, indgår i ligevægt med ammoniak, der er giftig selv i lave koncentrationer. Udskillelsen af ammonium/ammoniak fra jomfruhummerne var proportional med temperaturen, stressniveauet og foderstatus, således at fastede og ustressede dyr ved lav temperatur (5 °C) havde den laveste udskillelse, mens fodrede, stressede dyr ved høj temperatur (15 °C) havde den højeste udskillelse. Forskellen på de to ekstremer var en faktor 15 og varierede mellem 0,75 – 11 mg TAN/h*kg.

Det blev vurderet, at ammoniak kan påvirke overlevelsen for stressede dyr ved høje temperaturer (10 °C og derover) ved opholdstider på over ca. 5 timer i belastede systemer med forholdet vand: hummer mindre end 10:1.

Undersøgelser af pakkesystemer viste at der ikke var forskel i overlevelse, hvad enten dyrene var pakket vandret eller lodret. Overlevelsen var klart bedst i vinterhalvåret, i forhold til om sommeren (august).

Resultaterne fra indeværende undersøgelse giver forventning om et reelt potentiale for eksport af levende jomfruhummere. Måling af stressfysiologiske responsparametre som glukose og mælkesyre samt registrering af jomfruhummer overlevelse ved en lang række forsøgsbetingelser har givet viden om kritiske faser i forbindelse med maksimering af overlevelsen. Indretningen på det

deltagende fartøj og de benyttede sorteringsprocedurer har fungeret fint ved efterårs- og vinterfiskeri, hvor en betragtelig del af fangsten nu udgøres af levende jomfruhummere. Efterfølgende opbevaring i anlæg på land er ligeledes muligt, og forsøgsresultaterne indikerer, at jomfruhummerne dernæst er robuste og kan transporteres tørt.

1.2 English summary

Transport of live Norwegian lobster (*Nephrops norvegicus*), is a promising option, with a considerable volume and good prices when exported to South European markets.

In this project, financed by the EU fishery sector programme FIUF and the Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, it is demonstrated that there is a good potential to take advantage of Danish trawl-caught *Nephrops* for live export.

Nephrops is a very important species in the Danish fishery, both in volume and value, and it seems obvious to try to enhance the marked value for a part of the total catch.

A number of experiments have been carried out to identify important parameters in live catch, storing and transportation. A commercial trawling vessel (S 281 “Frank Maiken” of Skagen; 88 BT) was fitted with two thermostated vivier tanks, sorting equipment a.o., inspired from Scottish live *Nephrops* fishery.

Experiments regarding storing, handling, ammonia excretion a.o. were carried out at DTU Aqua in Hirtshals in two 20 ft. thermostated cooling containers, equipped with vivier tanks and aquaria for both recirculating and flow-through operation with sea water from the North Sea.

Temperature had a key role for survival of *Nephrops* in relation to live catch, handling and transportation. A sudden rise in temperature has shown to be detrimental, whereas a sudden temperature drop only had minor effects. Experiments with *Nephrops* stored at temperatures of 5 °C and 10 °C showed only small differences in survival.

There was a significant difference in survival between fishing days, and when comparing the two daily trawlings, although there was no unambiguous pattern in these differences.

The main cause of death for the trawl caught *Nephrops* was injuries, caused in the trawling net or on deck, where the animals tended to bite as part of their aggressive response. Selecting only to intact live animals, without visible injuries, and store them in “Scottish divider boxes”, lead to an overall survival of 86 % (N=1766) after 8 days restitution period in tanks.

Animals with injuries typically died within one week after catch. Mortality after that period was very low (ca. 0.25 % per day). *Nephrops* was found to survive without feeding for extended periods (several months) at low temperatures.

The most frequent cause of death among the animals, dying within 8 days from catch, is caused by claw-bites on the ventral side of the tail. The thin membrane is easy to penetrate with the claws, and thereby “puncturing” the animal. Injuries at the ventral side of the tail are very hard to detect, and has to be looked for very carefully, when the animals are checked onboard the vessel. Missing legs were the second most frequent injury. Although a missing leg is not in itself deathly, it can be an indication of a hard treatment during trawling and onboard the vessel.

Restituted, non-stressed *Nephrops* can survive for extended periods outside the water, when temperature is low and humidity high (100 %). Experiments showed that survival at “dry” storage was 90 % after 48 hours at 5 °C, whereas survival at 10 °C was only 75 % after 48 hours, under the same conditions. The most long-lived in the experiment with “dry” storage at 5 °C died after 318 hours (almost 14 days).

New caught (stressed) Nephrops can only be stored “dry” for a limited time. At 5 °C the survival was 100 % after 12 hours, but after that time the survival dropped rapidly; after 48 hours the survival was less than 10 %. Air exposure less than 6 hours in humid air has on the other hand no effect on mortality.

Different methods were evaluated to test, if survival could be enhanced by “dry” storage. Animals either sprayed or dripping with cold sea water were found to survive in similar numbers.

The experiments showed effect of starvation, as Nephrops, previous kept in vivier tanks for 1 month, survived better at “dry” storage compared to Nephrops, kept in vivier tanks for 2 months prior to.

An important factor is the ability to identify Nephrops injuries by the persons at the sorting table. Experiments showed that experienced persons could select individuals with a higher survival (> 90%) compared to inexperienced persons (< 70 %). Besides of practical training to identify injured animals and only to choose the most viable specimens, it is important to have good light conditions and flushing water over the animals during inspection.

Nephrops are typically found in sea areas, where the salinity is > 28-30 ‰. Swedish experiments have showed, that the animals in low-saline water takes up water by osmosis, and that they only have limited capabilities to compensate for that, causing extended mortality as a result of swelling. These effects occur, if the salinity is less than 28 ‰.

The problem with low-saline water can be a problem in the southern part of Kattegat, where the salinity in the surface water can sink to less than 20 ‰. The risk declines out through Skagerrak, where low salinity only occasional can be a problem. If vivier tanks for storing the live Nephrops are filled up with low-saline water, the Nephrops can risk to be exposed for several hours, influencing the survival.

Excess nitrogen is excreted as ammonium, which is in equilibrium with ammonia, depending on pH. Ammonia is very poisonous even in small concentrations. Experiments have shown the amounts of excreted ammonia from Nephrops. The release of ammonia is proportional with temperature, stress level and feeding condition. Starved, non-stressed animals at low temperature had the lowest ammonia excretion, whereas fed and stressed animals at high temperature (15 °C) had the highest ammonia excretion. The difference in ammonia excretion was a factor 15, ranging between 0,75 – 11 mg TAN/h*kg.

It was concluded, that ammonia can influence the survival of stressed Nephrops in vivier tanks without water exchange at high temperatures (10 °C and above), stored at more than 5 hours in dense stocked system with a water : animal relation on 10 : 1 or less.

Experiments with packing systems showed no effect on survival, whether the animals were stored in a vertical position or in a horizontal position. Survival was superior in the winter, opposed to summer (august).

The results from this project have showed, that there is a potential for export of live Nephrops caught by trawl. Measurements of stress-physiological parameters as glucose and lactate, and registering survival of Nephrops at many different conditions, have given important knowledge on critical factors for maximizing survival.

Equipment on the commercial vessel in the project and the sorting procedures have shown good results in the late fall and winter fishery, where a considerably part of the total catch potentially can be exploited as a attractive niche product with substantial premium prizes.

Storing in land-based vivier tanks have shown, that given the right conditions and sufficient time for restitution, the Nephrops are robust animals, suited for “dry” transportation up to 2 days.

2. Indledning

Jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) udgør en vigtig ressource for det danske erhvervsfiskeri. Fra Nordsøen, Skagerrak og Kattegat landes der årligt ca. 4500 tons jomfruhummer, der udgør en førstehåndsværdi på ca. 300 mio. kr. (Fiskeridirektoratet, 2006, se Tabel 1). Denne værdi udgør ca. 10 % af den samlede indtjening for erhvervsfiskeriet i Danmark, hvilket understreger jomfruhummerfiskeriets store betydning for det danske fiskeri.

Tabel 1. Oversigt over landinger i danske farvande. Data fra Fiskeridirektoratet 2006.

Table 1. Landings of *Nephrops* in Danish fishery zones 2006. Data from Fiskeridirektoratet (The Danish Directorate of Fisheries).

Nordsøen		Skagerrak		Kattegat		Østersøen, Bælthavet og Øresund		Total	
Tons	Mio. kr.	Tons	Mio. kr.	Tons	Mio. kr.	Tons	Mio. kr.	Tons	Mio. kr.
2.024	152	1.516	112	916	67	42	3	4.498	334

Flåden, der fisker jomfruhummere, består hovedsageligt af mindre fartøjer, der driver dag/nat fiskeri afhængig af tidspunktet på året, og lander hummerne ferske (på is). Der findes dog også fartøjer, der fisker over flere dage, og lander hummerne dels frosne, dels isede. Siden 2004 er kiloprisen for jomfruhummer steget betydeligt, og ligger i dag (efterår 2007) mellem 70-80 kroner pr. landet kilo (Fig. 1).

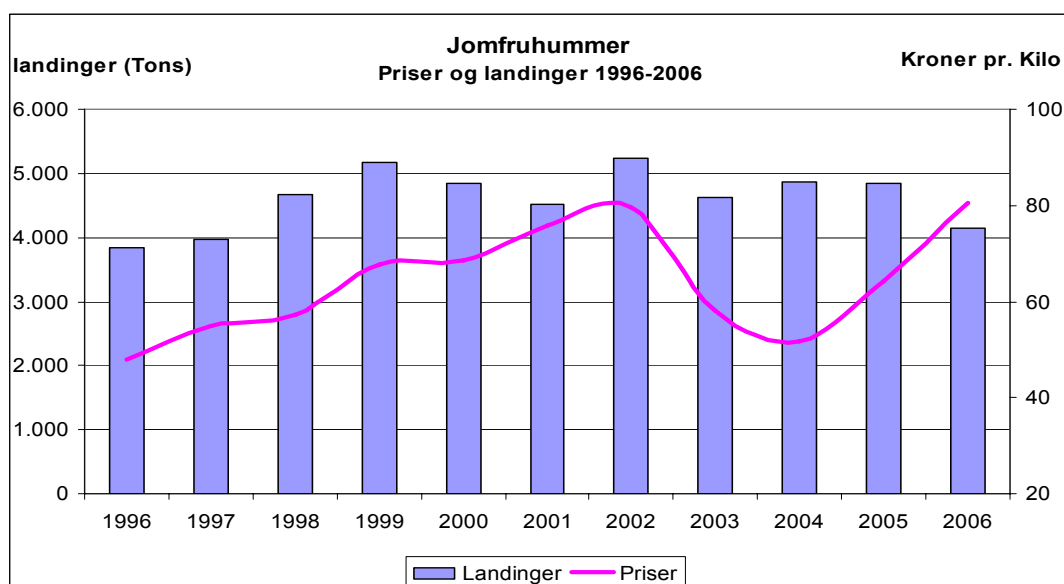


Fig. 1. Landinger og priser på jomfruhummere i DK. Data fra Fiskeridirektoratet 2006.

Fig.1. Landings and prices for *Nephrops* in Denmark in the period 1996-2006. Data from Fiskeridirektoratet (The Danish Directorate of Fisheries).

De danske landinger af jomfruhummer udgør samlet set omkring 10 % af den totale europæiske fangst af arten (FAO 2006), så det danske jomfruhummerfiskeri er også betydeligt i europæisk målestok.

Målrettet eller kommerciel landing og videresalg af levende jomfruhummer finder ikke sted fra Danmark i dag, men produktet gemmer på et uudnyttet potentiale, der kan forøge indtjeningen for fiskeriet.

Friskfangede, levende jomfruhummere må anses som et bedre produkt end fersk, isede jomfruhummere, der ofte har skader og dermed kan have bismag. Kvalitet og afregning går hånd i hånd, og såfremt det er praktisk og økonomisk muligt, vil fangst og videresalg af levende jomfruhummere kunne øge fiskernes indtjening betydeligt.

2.1 Baggrund for projektet

Optimeringen af danske erhvervsfiskeres landinger gemmer i mange tilfælde på betydelige merværdier for resurser, der allerede den dag i dag landes og udnyttes. En nytænkende tilgang til håndtering og opbevaring af jomfruhummere vil kunne forøge kvaliteten og dermed også prisen på produktet, hvilket vil komme alle led i værdikæden, fra fisker til endelig aftager, til gode.

I Sydeuropa findes et stort marked for levende jomfruhummere, der primært importeres fra Skotland, hvor de fanges i både tejner og trawl. I Danmark fanges udelukkende jomfruhummere i trawl, og de bliver derefter landet ferske eller frosne.

Forundersøgelsen til nærværende projekt ”Optimering af fangstværdien for levende jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) - forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere” viste, at der i gennemsnit kan opnås en overlevelse på ca. 50 % over 4 døgn uden nogen særlig optimering, hverken ombord på fiskefartøjet eller omkring langtidsopbevaringen på land (Pedersen, 2006).

Kendskab til nye arbejdsgange i forbindelse med udvælgelse, håndtering og opbevaring af jomfruhummere, der skal landes og sælges levende, er afgørende for at opnå den største mulige overlevelse og dermed afregning. Hvordan skal fangsten behandles når den kommer ombord, hvilke jomfruhummere kan landes levende og hvordan skal de opbevares, er p.t. spørgsmål, der ikke er tilstrækkeligt kendt. Erhvervet vil kun sjældent give sig i kast med omfattende ændringer og investeringer omkring deres fiskeri, uden en vis form for ”sikker” indtjening.

Nærværende projekt bakkes i høj grad op af fiskerierhvervet; hvis der kan opnås en tilstrækkelig høj overlevelse på jomfruhummere, der landes levende, vil det betyde udsigter til, at en del af deres nuværende fangster kan landes levende, med en betydelig merpris til følge. Der er tale om værdiforøgelse af en resurse, hvilket betyder, at der ikke skal fanges flere jomfruhummere men at de bare skal håndteres og behandles på en anden måde. Da jomfruhummerfiskeriet er underlagt kvoter, vil en kvalitetsforøgelse og derved prisforøgelse kunne øje indtjening for fiskeriet, uden at øge fangstknoten.

Følgende personer har medvirket i projektet:

Per Bovbjerg Pedersen, DTU Aqua, projektholder
Preben Kristensen, DTU Aqua
Lars-Flemming Pedersen, DTU Aqua
Ludvig Amh Krag, DTU Aqua
Henrik S. Lund, DTU Aqua og Danmarks Fiskeriforening
Mikael Kiil Nielsen, skipper på S 281 ”Frank Majken” og besætning
Jan Kasten, Fiskeeksportør, Hirtshals
Svend Erik Andersen, Formand for Strandby Fiskeriforening

Projektet er støttet delvist via EU's Fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet og delvist via Fødevareministeriets forsøgsfiskeriordning (Innovationslovsmidler). Der takkes hermed for den tildelte støtte.

2.2 Formål

Det overordnede formål var at skabe grundlag for en fremtidig permanent eksport af levende jomfruhummere. Levende jomfruhummere er et høj-værdi produkt, som er meget efterspurgt på det sydeuropæiske marked, der p.t. udelukkende forsynes med levende jomfruhummerleverancer fra Skotland. Danmark har i kraft af sin position blandt de førende jomfruhummerfiskerinationer en klar mulighed for at optimere fangstværdien af jomfruhummere, og derved styrke konkurrenceevnen, hvis jomfruhummerne kan holdes levende og transporteres med lastvogn. Projektet har tilstræbt at undersøge og optimere forhold af afgørende betydning for overlevelsen af jomfruhummere som:

- opbevaringstemperatur på fartøj og i land
- skader og overlevelse
- udsortering
- stress under opbevaring og transport
- opbevaringsforhold på fartøjet, i land og under transport
- udskillelse af ammonium

Overlevelsen af jomfruhummerne er søgt optimeret ved forsøgsindretning af en trawler, specielt med henblik på håndtering af levende jomfruhummere. I den forbindelse er ovenstående punkter søgt belyst i processen.

Vandkvalitet og især opkoncentrering af ammonium kunne tænkes at skabe problemer for opbevaringen i lukkede beholdere. Udskillelse af ammonium ved forskellige temperaturer og foderstand blev derfor undersøgt i kølecontainere.

2.3 Udstyr og forsøgsfaciliteter til brug for projektet

Forsøgene med opbevaring, håndtering, ammoniumudskillelse m.m. blev udført hos DTU Aqua i Hirtshals i to termostatterede kølecontainere, der var indrettede med kar og akvarier til recirkulering eller gennemstrømning med frisk saltvand.

Til fangst og levendehåndtering af jomfruhummere blev den 88 BT store trawler S 281 "Frank Maiken" udstyret med 2 termostatterede køletanke samt dæksudstyr m.v. til sortering af levende hummere.

2.3.1 Udstyr og forsøgsfaciliteter på DTU Aqua i Hirtshals

Til brug for opbevaring og forsøg anskaffede DTU Aqua 2 stk. brugte 20-fods kølecontainere med Carrier kølemaskiner, model "Thin Line, Mark 2" med elektronisk styring, hvilket muliggjorde, at temperaturen i hver container kunne indstilles med en nøjagtighed på 0,1 °C.

Container 1

I den ene container blev der indrettet et fuldstændigt recirkuleret anlægssystem med dykket biofilter og rislefilter (fig. 2). Derudover var det muligt at frakoble biofilteret og anvende anlægget som gennemstrømningsanlæg med frisk havvand.

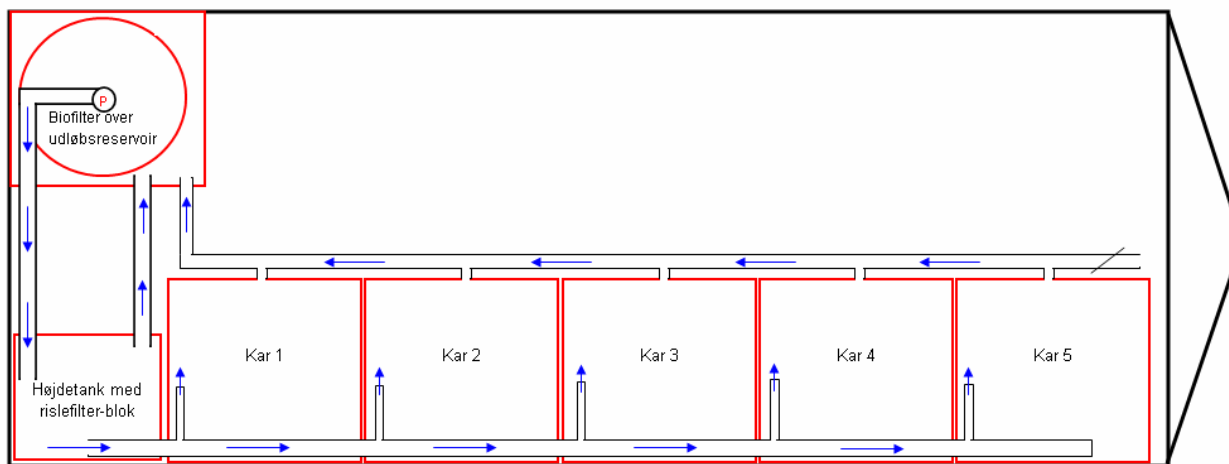


Fig. 2. Principtegning af indretningen af container 1 med 5 kar og recirkuleret anlæg med biofilter til ammoniakfjernelse. Anlægget kan omstilles til at fungere som et gennemstrømningsanlæg.

Fig. 2. Schematic presentation of container 1, equipped with 5 tanks and recirculated operation for ammonia removal. The setup can work as a flow-through system as well.

Karrene var kraftige og isolerede; rørføringerne blev udført i PVC. Hvert kar indeholdt ca. 600 l, mens udløbskarret rummede ca. 200 l. Det dykkede biofilter har et volumen på ca. 350 l og er opbygget af "Bio-blok" elementer med et overfladeareal på ca. 200 m²/m³. Rislefilteret var ligeledes opbygget af "Bio-blok" elementer, hvorigennem vandet risler; volumen var ca. 250 l. Dykpumpen, der løftede vandet fra udløbskarret og op gennem det dykkede biofilter, havde en kapacitet ved den aktuelle løftehøjde på ca. 180 cm på ca. 8.000 l/time. Da der ikke nødvendigvis cirkulerede den fulde vandmængde til enhver tid gennem karrene, blev der fra udløbet af højetanken indføjet en shunt, der førte overskydende vand tilbage til udløbskarret.

I hvert kar var der max. plads til 6 kassetter, 3 i hvert lag x 2 lag. Kassetterne er lavet af plast og har målene 60 x 40 x 40 cm (l x b x h) for de store hvide, og 60 x 40 x 32 cm for de små grå. Kassetterne er rumopdelte for at forhindre, at jomfruhummere kan bide hinanden og forårsage skader, der påvirker overlevelsen negativt. Til opdelingen benyttes skotske kassetter, produceret af Sundolitt, der inddeler hver kassette i mange små lodrette rum. Der findes flere størrelser af disse "dividere", beregnet på forskellige sorteringer af hummere. Til mindre hummere anvendes fx en type med $9 \times 14 = 126$ rum, mens man til større hummere kan anvende en type med $8 \times 13 = 104$ rum. "Dividerne" er lavet af vandfast plast med en glat overflade



Fig. 3. Indretningen af container 1. Til venstre karrene. Nederst th. i baggrunden udløbskarret. Herfra pumpes vandet op gennem det dykkede biofilter i den koniske beholder, og løber tv. op i rislefilteret (gult). Fra opsamlingstanken under rislefilteret løber vandet til karrene. Overskydende vand recirkuleres tilbage til udløbskarret (skråt rør midt i billedet).

Fig. 3. Picture from container 1. The pallet tanks are lined up to the left. The cylinder in the back, right, is the bottom tank. From there water is pumped up through the biofilter, and water flows to left to top of the aerated filter. Surplus water is recirculated back to bottom tank.

Idet hver kassette kan indeholde ca. 10 kg. jomfruhummere, vil der kunne opbevares op til ca. 300 kg. i denne container.

For at sikre god iltmætning, og til cirkulation af vandet i karrene, anvendtes en stor akvariepumpe model Resun LP-40 Air Pump, 50 l/minut, der blev doseret via luftsten i bunden af hvert kar.

Container 2

Den anden container blev indrettet med 3 pallekar á ca. 700 l, opstillet som et gennemstrømningsanlæg med parallel tilstrømning af vand. Også i denne container blev hvert kar beluftet ved hjælp af en Resun LP-40 Air Pump, 50 l/min.

Til forsøg med langtidsopbevaring af stabiliserede jomfruhummere, der skulle holdes i fodring, var der langs væggen opstillet reoler med 48 stk. 15 liters plast-akvarier, der var forbundet i et fælles recirkuleret anlæg. I akvarierne holdtes jomfruhummerne alene, dvs. én i hvert akvarium. Som retræte i hvert akvarium blev anvendt et ca. 20 cm stykke 50 mm PVC rør. Forsøgene med ammonium-udskillelse blev udført i disse akvarier. Se foto fig. 25, der viser indretningen af containeren.

Eftersom både pallekarrene og akvarierne var fladbundede, var det nødvendigt jævnligt at rengøre bunden af disse for sedimenteret materiale.

2.3.2 Udstyr og forsøgsfaciliteter på båden S281 "Frank Maiken"



Fig. 4. I forbindelse med forsøgsfiskeriet i dette projekt anvendtes S 281 "Frank Maiken" med hjemhavn i Skagen.

Fig. 4. The trawler S 281 "Frank Maiken" from Skagen was chosen as the fishing vessel in this project. The vessel is 88 BT, is 17.5 m long and has a main machine on ca. 300 HP.

Til projektet var det oprindeligt planlagt at anvende to fartøjer, et mindre på ca. 20 tons og et større på ca. 100 tons, for at dække de muligheder, som de to bådtyper hver især gav.

Vi valgte dog kun at anvende ét fartøj i projektet, nemlig S 281 "Frank Maiken"(fig. 4), hvilket viste sig at være en god disposition, da vi derved undgik at operere med alt for mange forskellige faktorer, der påvirkede overlevelsen af hummerne.

S 281 Frank Maiken er en 17,5 meter lang ståltrawler på 88 BT. Båden er bygget i 2002 og har en hovedmotor på ca. 300 HP.

Trawlet er monteret på hækken. Til fiskeriet benyttedes et standard dobbelt jomfruhummertrawl med diamantformede masker på 90mm. Dækket er fuld-shelteret (fordækket er helt overdækket), og på hoveddækket er der god plads til arbejdet med sortering og pakning for den 3 mand store besætning (skipper + 2 mand). Trawlet bliver tacklet op og tømt i paunen via en luge på fordækket. Besætningen står ved et sorterebordet, der er monteret op ad paunen; hummere sorteres fra i kurve, mens bifangst af fisk smides i kasser. Efter sortering bliver fiskene rensat, og hummere og de fleste

rensede fisk får en tur i deslimeren (fiskevaskeren), inden pakning, isning og opbevaring i lasten under hoveddækket.

De to kar i lasten er opbygget i rustfrit stål med målene ca. 70 cm x 90 cm x 125 cm (l x b x h) og rummer hver ca. 800 liter havvand (fig. 5 A og B). Disse blev beluftet fra bunden af hvert kar af en kraftig akvarieluftpumpe (Resun LP-40, 50L/min.), hvilket ud over at tilføre ilt til vandet tillige skabte en strømning i karrene, der sikrede god opblanding af vandet.

Hvert kar var udstyret med et uafhængigt kølesystem, der muliggjorde køling til en given temperatur inden for ca. 0,5 °C. Kølemaskinen blev trukket af en elmotor og var placeret i maskinrummet. Derudover blev der i det ene kar installeret et varmelegeme på ca. 1 kW, for om vinteren at kunne opnå en højere temperatur end havoverfladetemperaturen, da karrene blev fyldt med frisk overfladevand på fiskepladsen.

På dækket blev der indrettet holdere til kassetterne, så disse kunne monteres direkte på sorteringsbordet, ved siden af den der sorterer. På den måde kunne man sortere direkte i kassetterne, uden at skulle vende eller bøje sig. Under vore forsøg indrettede vi os dog på en anden måde, end det var tiltænkt fra starten, idet fiskerne sorterede de dyr fra, som de mente var egnede til levende håndtering, og smed dem i en plastbalje med 5-10 cm vand. Herfra tog vi, der sorterede og inspicerede dyrene for skader og vitalitet, de bedste fra til vore forsøg, mens de dårlige dyr blev smidt over i den ordinære sortering, til fersk brug.

For at køle og skylle evt. mudder af dyrene i fangstbunken, blev der opsat en slange med en dyse til oversprøjtning af fangstbunken med spulevand. For at dække hele fangstbunken, og lette udsortering af dyr til levende håndtering, må det fremover overvejes at opsætte yderlige to enheder, ligesom en vandstråle til skylning af det enkelte dyr vil være et godt redskab, når dyrene til levende håndtering skal inspiceres.



Fig. 5. A(øverst) Køletanken til båden under opbygning (set ind i tanken). Langs siderne ses kølerørene, i bunden luftslangen. B (nederst) En af køletankene hejses ombord på båden.

Fig. 5. A (top) The cooling container during construction. Along sides are the cooling pipe spiral, in the bottom the air pipe. B (bottom) shows one of the cooling containers during installation on the vessel.



Fig. 6 A (øverst) Trawlet er sat, og over de næste 4 timer overfiskes et areal på ca. 18 km x 20 m. B (nederst) Så er der tid til, at skipper Michael Kiil kan ordne dagens gøremål, mens han holder vagt på broen.

Fig. 6 (top) The trawl is out, and during the next 4 hours an area of 18 km x 20 m is covered. B (bottom) The skipper Michael Kiil on the bridge.



Fig. 7 A (øverst) Sorteringsbordet foran paunen hvor fangsten tømmes i. Bagest ses en kassette anbragt i et stativ på sorteringsbordet. B (nederst) Trawlet er ved at blive bjerget og køres op på tromlerne på hækken.

Fig. 7 A (top) Sorting table with a plastic box for live sorting of *Nephrops*. B (bottom) After 4 hours of fishing: The trawls are wound up on the drums.



Fig. 8 A (øverst). Trawlet bliver tacklet op. B (nederst) Fangsten tømmes i paunen. Foruden hummere ses bifangst fisk og plastaffald.

Fig. 8 A (top). The codend of the gear is tackled up. B (bottom) The contents of the trawl is emptied on the sorting deck. Besides Nephrops are by-catch (mostly cod) and plastic garbage.



Fig. 9 A (øverst) Når fangsten er ombord, og trawlet sat igen, går alle mand i gang med sorteringen. Radaren kan overvåges fra dækket. B (nederst) Udsmid, der kan sluges og ikke synker med det samme, bliver grådigt fortæret af mågerne.

Fig. 9 A (top) All hands are working with sorting, after the trawl is set again. B (bottom) The seagulls takes and swallows all discard that fits in size, and does not sink immediately.

3. Vigtige faktorer af betydning for overlevelsen

3.1 Temperatur

3.1.1 Overlevelse i forhold til temperaturer i opbevaringskar på båd, under transport og langtidsopbevaring

Temperaturen spiller en stor rolle for overlevelsen af jomfruhummere i forbindelse med fangst og levendehåndtering. Jomfruhummerne lever i et miljø, hvor temperaturen ved bunden kun varierer med få grader året rundt.

Bratte temperaturstigninger har vist sig at påvirke overlevelsen negativt, hvorimod temperaturfald ikke synes at have samme betydning.

Forsøg med opbevaring ved 5 °C og 10 °C på båden og i opbevaringskar i land viste dog kun ringe forskel i overlevelsen.

Introduktion

Jomfruhummere lever i en habitat, hvor temperaturen året rundt kun varierer meget lidt, og når der finder en ændring sted, sker det langsomt. I Danske farvande lever jomfruhummere ved bundtemperaturer på mellem 4 til ca. 14 grader, afhængigt af årstiden. Typisk vi bundtemperaturen dog ligge mellem 6 til 10 grader året igennem, så hummernes miljø mht. temperaturer er meget stabilt. Det er vist, at en brat temperaturstigning fra 8 til ca. 14 grader resulterede i en dødelighed på ca. 25 % over nogle få dage (Pedersen, 2006) Dette gjorde sig gældende for jomfruhummere der var afstressede og akklimatiserede til 8 grader.

Under fangst og opbevaring af levende jomfruhummere udsættes dyrene ofte for adskillige temperatursvingninger, fra fangst til endelig opbevaring. Når trawlet efter slæbetidens afslutning hales op gennem vandsøjlen, udsættes jomfruhummerne i trawlet for en gradvis ændring i vandtemperatur. Afhængig af årstiden stiger eller falder temperaturen ved stigende vanddybde. Om sommeren vil jomfruhummerne hales fra køligt bundvand til varmere overfladevand, og om vinteren vil det modsatte være tilfældet. Når trawlet kommer til overfladen, går der typisk 5 minutter, inden det hales ombord og tømmes. Her udsættes jomfruhummerne for overfladevandets temperaturer, der i ekstreme tilfælde om sommeren kan være helt op til omkring 21 grader og om vinteren ned til under 0 grader. Ombord på skibet i fangstbunken udsættes hummerne for lufttemperaturen i op til 2 timer, inden de pakkes og nedsænkes i opbevaringskar med friskt, iltrigt havvand i lasten, hvor temperaturen nu kan kontrolleres.

Materialer og metoder

Jomfruhummerne blev trawlet i november og december 2007. Havtemperaturen blev målt i overfladen og ved bunden vha. en HOBO pro v2 temperaturlogger, der blev fastgjort til trawlet, og som loggede vandtemperaturen hvert 30. sekund. Fiskeriet blev overvejende udført i Skagerrak, ca. 2 timers sejlads nordvest for Skagen på dybder mellem 70-110 meter. Fiskeriet foregik fra trawleren S 281 "Frank Maiken" (se afsnit 2.3.2). Slæbetiden blev holdt omkring 4 timer (tab. 5, side 25) hvilket er normaltiden for et slæb på denne årstid. Efter at trawlet var bjerget til overfladen, blev trawlposerne hurtigt løftet og tømt ombord på skibet, for efterfølgende sortering af fangsten. Fiskerne gik nu i gang med sorteringen, hvor tydeligt levende jomfruhummere blev overført til et

fladbundet kar med frisk havvand, for efterfølgende inspektion for skader, inden endelig pakning af de bedste dyr, uden synlige skader, i kassetter med ”divider sets”. Efter trinvis pakning af ca. 50*4 jomfruhummere i 4 kassetter, hvilket tog ca. en time, blev disse overført til bådens opbevaringskar i lasten, der var fyldt med havvand med temperaturer på henholdsvis 5 og 10 °C. For hvert af de to slæb blev der som nævnt pakket ca. 4*50 jomfruhummere, hvilket i alt gav 8 kassetter (ca. 400 hummere) pr. fisketur. I havn igen blev kassetterne overført til isolerede kar hvor havvand fra bådens kar var blevet pumpet over. Karrene stod på ladet af en bil, og blev beluftet ved hjælp af en Resun LP-40, 50L/min luftpumpe og kørt ca. 1 time. Tilbage i Hirtshals på laboratoriet blev kassetterne med jomfruhummere overført til ”mørke” kølecontainere indeholdende opbevaringskar med gennemstrømning af temperaturkontrolleret friskt havvand. For ikke at have alt for mange temperaturkombinationer, valgte vi at lade temperaturen under transport mellem Skagen og Hirtshals være den samme som opbevaringstemperaturen på båden.

Følgende temperaturkombinationer blev efterprøvet:

Skib + Bil → Container

5 °C → 5 °C

5 °C → 10 °C

10 °C → 10 °C

10 °C → 5 °C

Gennemstrømningen i hvert af karrene var ca. 3 m³ frisk havvand pr. døgn, hvilket sikrede, at der ikke skete ophobninger af affaldsstoffer i vandet. For at være helt sikre på, at jomfruhummerne ikke havde været udsat for større temperatursvingninger, blev hver kassette udstyret med en HOBO pro temperaturlogger, der monitorerede temperaturen fra start på skibet til udløb af eksperimentet 8 døgn senere. Efterfølgende kunne temperaturen så kontrolleres, for på den måde at være sikre på, hvilke temperaturer jomfruhummerne havde været udsat for. Hver 24. time blev hummerne tilset, og døde individer blev sorteret fra og undersøgt for skader.

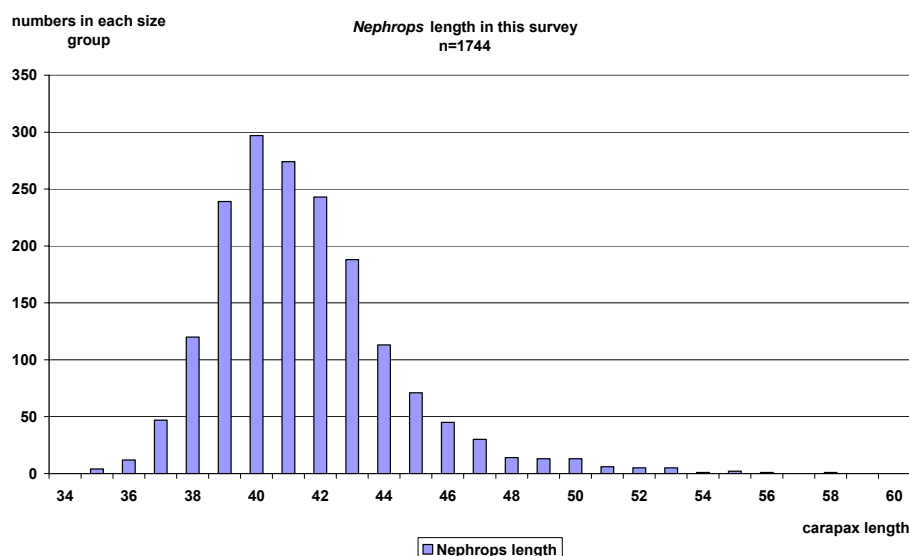


Fig. 10. Størrelsesfordeling af de 1744 jomfruhummere, der indgik i undersøgelsen af effekterne af opbevaringstemperatur. Middel carapax længden var $41,5 \pm 3,0$ mm (middel \pm SD).

Fig. 10. Size distribution of 1744 Nephrops in this survey. Mean carapace length was 41.5 ± 3.0 mm (mean \pm SD). Eksperimentet forløb over minimum 8 døgn hvorefter dødeligheden faldt til et meget lavt niveau.

De jomfruhummere, der blev brugt til eksperimentet, lå i intervallet mellem 35 til 58 mm i carapaxlængde (rygskjoldlængde), med en middelværdi \pm SD på $41,5 \pm 3,0$ mm, se fig. 10 ovenfor. Efter 8 dages ”stabiliseringsperiode” blev de overlevende individer målt og kontrolleret for skader.

Resultater

Resultaterne af overlevelsesforsøgene, hvor de forskellige kombinationer af temperaturer blev testede, fremgår af tabel 2-4.

Tabel 2. Overlevelse i % efter 8 dages opbevaring ved forskellige temperaturkombinationer

Table 2. Survival % after 8 days storing at the different tested temperature combinations

Tabel 2	slæb	5-5	5-10	10-10	10-5	Mean	SEM
05-nov	1	77,1	75,5	81,6	79,6	78,5	1,3
14-nov	1	79,6	59,2	75,5	83,7	78,8	3,2
14-nov	2	75,5	83,7	85,7	87,8		
15-nov	1	81,6	85,7	93,9	89,8	90,3	2,0
15-nov	2	93,9	85,7	93,9	98,0		
04-dec	1	100,0	79,2	85,4	93,8	91,2	2,3
04-dec	2	89,6	93,9	95,8	91,7		
12-dec	1	76,6	71,4	83,7	87,5	84,0	3,0
12-dec	2	91,8	81,6	97,9	81,6		
mean		85,1	79,5	88,2	88,1	85,2 ± 1,4	
SD		3,0	3,3	2,5	2,0		
rank		3	4	1	2		

Tabel 3. Overlevelse i % efter 8 dages opbevaring ved de 5 fiskedage i november-december

Table 3. Survival % after 8 days storing at the 5 fishing days in November-December

Tabel 3	Mean survival %	Mean survival SEM
05-nov	78,5	1,3
14-nov	78,8	3,2
15-nov	90,3	2,0
04-dec	91,2	2,3
12-dec	84,0	3,0

Tabel 4. Overlevelse i % efter 8 dages opbevaring fra de to slæb.

Table 4. Survival % after 8 days storing from the two daily trawlings.

Tabel 4	Mean survival %	Mean survival SEM
1. slæb	82,0	2,0
2. slæb	89,3	1,6

Tabel 5. Fysiske parametre m.v. omkring fiskeriet i november-december.

Table 5. Physical parameters at the fishery in November-December

Tabel 5	Trawl No.	Temp bottom °C (mean ± SD)	Temp surface °C	Temp air °C	Trawling time	Trawling duration (hours)	Packing time (hours)
05-nov	1. slæb	9,02 ± 0,60	13,0	6,9-11,0	08:05 - 12:45	04:40	1:00
14-nov	1. slæb	9,99 ± 0,08	8,9	3,5-6,0	07:25-11:25	04:00	1:05
14-nov	2. slæb	-	-	6,0-7,5	11:35-16:25	04:50	1:10
15-nov	1. slæb	10,02 ± 0,05	8,0	2,0-6,5	07:00-11:10	04:10	1:25
15-nov	2. slæb	-	-	6,5-8,0	11:35-16:05	04:30	1:00
04-dec	1. slæb	8,23 ± 0,05	8,5	5,3-5,4	07:50-11:25	03:35	1:15
04-dec	2. slæb	-	-	5,4-10,0	11:40-16.05	04:25	1:10
12-dec	1. slæb	8,24 ± 0,05	8,0	4,5-5,2	08:05-11:30	03:25	1:00
12-dec	2. slæb	-	-	5,2-6,0	11:50-15:55	04:05	1:00

Datamaterialet bestod af overlevelsen af hummere fra 5 dages fiskeri, hvoraf der på de 4 dage blev foretaget 2 trawlslæb á ca. 4 timer, mens der på én af dagene kun blev foretaget 1 trawlslæb á ca. 4 timer. De forskellige temperaturkombinationer: 5-5; 5-10; 10-10 og 10-5 gjorde, at den responsvariable i datamaterialet, nemlig overlevelsen, blev analyseret for forskelle ved hjælp af en 3-vejs variansanalyse, hvor de tre kilder til fixed factors var 1) ”fangst dag”, 2) ”Slæb nummer” og 3) ”behandling” (dvs. temperaturkombination). På grund af at der kun var et enkelt slæb 5. november er data for denne dag ikke medtaget i variansanalysen; for at udnytte hele datamaterialet i undersøgelsen af overlevelsen inden for hver af de tre variationsfaktorer, er data for hver variationsfaktor testet med 1-vejs variansanalyse eller t-test.

Forskelle i overlevelsen, ved sammenligning af fiskedage

3-vejs variansanalysen viste, at der var signifikant forskel på overlevelsen på variationsfaktor ”Dag” ($p=0,023$).

En 1-vejs variansanalyse viste, at forskellen i overlevelsen de forskellige dage var signifikant forskellig ($p=0,004$) Parvis sammenligning af overlevelsen fra de forskellige dage efter Holm-Sidak metoden viste en signifikant forskel mellem 14. november og 4. december, hvor overlevelsen var hhv. 78,8 % og 91,2 %, og mellem 14. november og 15. november, hvor overlevelsen i middel var 78,8 % og 90,3 %. Der var ingen signifikante forskelle i overlevelsen ved sammenligning mellem de øvrige dage.

Forskelle i overlevelsen, ved sammenligning af slæb 1 (formiddag) og slæb 2 (eftermiddag)

Der fandtes en signifikant forskel på overlevelsen på variationsfaktor ”slæb nummer” ($p=0,033$). Overlevelsen fra slæb 1 var i middel 82,9 %, mens overlevelsen fra slæb 2 var 89,3 %. En 1-vejs variansanalyse efter Holm-Sidak metoden viste, at der var signifikant forskel i overlevelsen mellem de to slæb ($p=0,01$).

Forskelle i overlevelsen, ved sammenligning af ”behandling” (temperaturkombinationer)

Variansanalysen viste, at der ingen signifikant sammenhæng var mellem temperaturkombinationerne og overlevelsen i denne test, men nok en tendens ($p=0,097$).

Overlevelsen af jomfruhummere ved de forskellige kombinationer af temperaturerne 5 °C og 10 °C på båd/under transport og i containeren gennem 8 dage viste, at den bedste overlevelse fandtes ved temperaturkombinationerne 10-10 og 10-5 med hhv. 88,2 og 88,1 % overlevelse, mens den ringeste overlevelse fandtes ved temperaturkombinationen 5-10 (79,5 % overlevelse). Middel i overlevelse fandtes for temperaturkombinationen 5-5 (overlevelse 85,1 %).

En parvis sammenligning af overlevelsen i forhold til de fire temperaturkombinationer på hele materialet (fra alle 5 fiskedage) viste, at overlevelsen mellem 5-10 og 10-5 kombinationerne var signifikant forskellige (t-test, $p=0,040$), mens forskellen i overlevelsen mellem 5-10 og 10-10 kombinationerne ikke var signifikant, men dog tæt på (t-test, $p=0,056$).

Diskussion

Selvom fiskeriet, der ligger til grund for denne undersøgelse, foregik under forhold, der tidsmæssigt og vejrmæssigt ikke varierede synderligt meget, viste resultaterne, at der var signifikant forskel på overlevelsen, dels fra dag til dag, dels i forhold til, om det var dagens 1. slæb eller 2. slæb. Målet med undersøgelsen var at teste forskelle i overlevelsen i forhold til den måde, dyrene var opbevaret på under opholdet på båden og under transporten, samt under den 8 døgns lange stabiliseringsfase i containerne på DTU Aqua.

Variationsfaktor ”fangstdag”

Resultaterne af den statistiske undersøgelse viste, at den enkelte dag var unik, dvs. at der var en statistisk signifikant sammenhæng mellem variationsfaktoren ”fangstdag” og overlevelsen. Det betyder altså, at forhold under fiskeriet, der *ikke* var bestemt af, hvilket slæb der var tale om, eller hvilken temperaturkombination fangsten var udsat for under opbevaring (på båd og på DTU Aqua), havde signifikant indflydelse på overlevelsen.

Bestemmende for overlevelsen var altså alle *andre* forhold, end hvad der kunne tilskrives effekterne af slæb 1 vs. slæb 2, samt opbevaringstemperaturerne i vand på båd og i containerne på DTU Aqua. Da der formentlig var tale om mange interaktioner, hvis indbyrdes forhold er ukendte, vil effekten af enkeltfaktorer i det følgende blive diskuteret.

Hummerpopulationens fangsttilgængelighed

Hummerfiskere kan berette om, at de kan fiske på det samme område i lange perioder med god fangst, for pludselig fra dag til dag at opleve, at de ikke fanger noget overhovedet, på nøjagtig det samme sted, med samme grej osv. Grunden til denne ændring i fangsttilgængelighed kendes ikke. Grunden er næppe, at alle hummere er fisket op, da fiskeriet har været godt, få dage før, og at erfaringen har vist, at fiskeriet igen bliver godt senere hen på det selv samme område.

Vi oplevede fænomenet den 30. november, hvor vi trawlede fra 08.00 – 11:50 (3:50 timer); fangsten bestod næsten udelukkende af torsk og andre fisk, mens der i alt kun var omkring 20 kg. jomfruhummere. Næste slæb varede fra 13:00 – 15:40 (2:40 timer), og her var fangsten lige så ringe, idet der totalt blev landet 36 kg jomfruhummere den dag. Rapporter fra de øvrige både, der fiskede på samme lokalitet, var enslydende, at hummerne ikke gik i trawlet. Efter ca. en uge var det igen muligt at fiske på den samme bestand igen.

Nyere undersøgelser har vist, at hummerne er meget lidt mobile, og kun bevæger sig ganske lidt omkring (Aguzzi & Sardà, 2008). Froglià & Garamitto (1981) har foreslået, at hummerne kun

fouragerer, når der er fødeemner at finde; man kunne således forestille sig, at der ved fx stærk strøm ikke sedimenterer føde af betydning, hvorfor hummerne forbliver i deres retræter?

Sorterernes erfaring og påpasselighed

Ser man på overlevelsen fra de 5 fiskedage (Tab. 2 B), så bemærkes en stigende overlevelse hen gennem perioden (hvor dog den sidste dags fiskeri har en middel overlevelse). Det er nærliggende at antage, at de personer, der sorterede hummerne fra til forsøgene, er blevet bedre til det hen gennem perioden. En sammenligning af overlevelsen af hummere, sorteret fra af to uøvede og en øvet (afsnit 3.5.1, fig. 32 og fig. 33) viser tydeligt, at overlevelsen af hummere er bedst, når de er frasorteret af en øvet person, idet denne er bedre til at identificere skader, der påvirker overlevelsen. Og kun øvelse gør mester... - Det er imidlertid svært at kvantificere, hvor meget denne faktor vejer i det samlede billede af overlevelsen, der er påvirket af så mange faktorer.

Klimatiske og vejrmæssige forskelle fra dag til dag

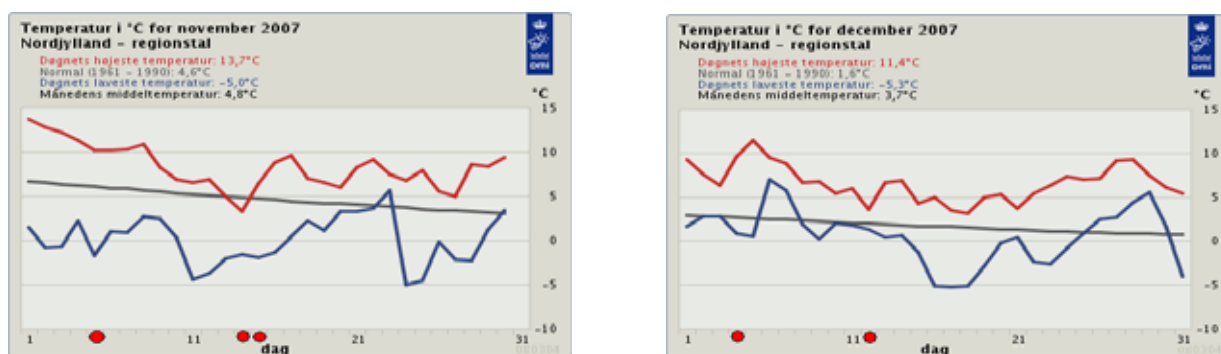


Fig. 11. Max. (rød kurve) og min.(blå kurve) temperaturer for Nordjylland nov-dec 2007. De røde prikker angiver fiskedagene. Kilde: DMI.

Fig. 11. Max. (red graph) and min.(blue graph) temperatures for Northern Jutland November-december 2007. Red dots shows fishing dates. Data from DMI (Danish Meteorological Institute).

Det er nærliggende at undersøge, om dagtemperaturernes maksimum var specielt høje i løbet af undersøgelsesperioden, men temperaturmæssigt var november-december en meget stabil periode med temperaturer generelt mellem 5-10 grader, se fig. 11 og tabel 5.

Lufttemperaturen har derfor næppe haft nogen indflydelse på hummernes overlevelse.

Variationsfaktor ”slæb nummer” (1. slæb vs. 2. slæb)

Ridgway et al. (2006) sammenlignede dødeligheden i en 14 dages periode efter fangst for morgenfangede og aftenfangede hummere og fandt, at de morgenfangede hummere havde den laveste dødelighed og forklarede dette med, at morgenfangsten blev opbevaret i 12 timer i rindende havvand inden videre sortering (og fornyet stresspåvirkning), mens aftenfangsten kun blev opbevaret 3 timer inden videre sortering; den længere recoveryperiode, som morgenfangsten var udsat for, blev anset for den faktor, der betød en lavere dødelighed. Vores resultater viste det stik modsatte, idet de hummere der var opbevaret længst tid i skibets køletanke (slæb 1) havde den største dødelighed. En tanke kunne være, at den større dødelighed ved 1. slæb i forhold til 2. slæb kan henføres til ”noget” i karrene, som hummerne ikke tåler, som fx rester fra produktionen af karrene (svejserester m.m.), Denne forklaring er nok lidet sandsynlig, idet man i givet fald ville

forvente at dødeligheden blev mindre med tiden, som følge af at karrene har været tømt og fyldt flere gange, og dette var ikke tilfældet. Det er derfor nærliggende at søge andre forklaringer på forskellen mellem slæb 1 og slæb 2.

Lysintensiteten som styrende faktor for hummernes aktivitetsmønster

Indflydelsen af lysintensiteten på fiskeriet er velkendt blandt fiskerne, og de indretter i høj grad deres fiskeri derefter. Således er fiskeriet om vinteren, med den ringeste lysintensitet, centreret omkring middag med typisk et formiddags- og et eftermiddags slæb på dybere vand, mens man om sommeren fisker om natten på lavere vand. Om vinteren har man ligeledes erfaring for, at fiskeri om natten ved fuldmåne kan være givtigt på lidt lavere vand.

Depth	N	I	G	H	T	D A Y						N	I	G	H	T
Shallow water <30 - 40 m																
Intermediate 40 - 100 m																
Deep water 100 - 200 m																

Fig. 12. Skematisk afbildning af perioden med maximum aktivitet af jomfruhummer i forhold til døgnets timer og dybden. Efter Bell et al. (2006).

Fig. 12. Periods of peak emergence of *Nephrops* from burrows, in relation to time and depth. Redrawn from Bell et al. (2006)

Fiskernes erfaringer var for år tilbage, da fiskeriet efter jomfruhummere for alvor begyndte i 1950-erne, stort set den eneste viden, der på det tidspunkt var tilgængelig om jomfruhummernes biologi. I dag ved vi fra laboratorieforsøg, TV- og dykkerobservationer, at det forholder sig således med en 24-timers aktivitetsrytme. Hvad der styrer denne aktivitetsrytme er derimod langt fra endelig forstået, men man kender da en del af elementerne: Chapman et al. (1972) fandt, at tidspunktet for den maximale emergens (aktivitet) af jomfruhummere faldt ved lysintensiteter mellem 10^{-5} lux (0,00001 lux) og 1 lux. Han foreslog, at dette tidspunkt var lige tilstrækkeligt lyst nok til, at hummerne selv kunne se at finde føde, men for svagt til at deres fjender kunne se til at efterstræbe dem. Samtidig falder den maximale aktivitet netop sammen med de lysmængder, der er for svage til at ødelægge de meget lysfølsomme øjnes retina (Chapman, 1980; Shelton et al., 1985). Observationer af et dagligt aktivitetsmønster hos jomfruhummere, der blev holdt i fangenskab, tyder dog på eksistensen af også en endogen aktivitetsrytme (dvs. "et indre ur) af ukendt natur (Atkinson & Naylor, 1973). Og endelig har andre peget på andre eksterne faktorer, ud over lys, som fx tilstedeværelsen af natteaktive fødeemner der kan præderes på som det, der er med til at styre dyrenes aktivitetsmønster (Frogia & Garamitto (1981).

At overlevelsen er større i 2. slæb i forhold til i 1. slæb kan også forklare ud fra hummernes aktivitetsmønster. Her skal gives et bud på en biologisk forklaring på den fundne forskel i overlevelsen mellem slæb 1 og slæb 2. Det er ikke usandsynligt, at hummerne er mest aktive i perioder, der falder nogle timer før og efter kl. 12 middag.

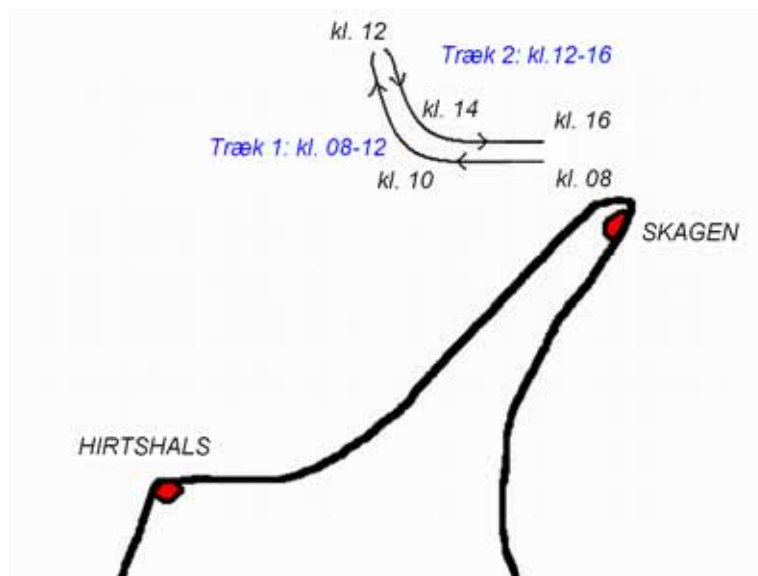


Fig. 13. Skematisk tegning af trawlslæbenes forløb på en typisk dag med 2 daglige slæb á 4 timer, centreret omkring middag (vinter).

Fig. 13. Schematic drawing, showing a typical path of the trawling. This is the winter situation, with 2 daily trawlings, centered around noon.

Trawl slæbene følger typisk omtrent i samme ”spor”, nemlig fra udgangspunktet hvor trawlet bliver sat, frem mod vendepunktet under slæb 1, og tilbage mod udgangspunktet under slæb 2, parallelt med ”sporet” for slæb 1 (se fig. 13). Er hummerne derfor maksimalt aktive, centreret omkring klokken 12 middag, fra fx klokken 8-10 og 14-16, vil de hummere der fanges i 1. slæb i gennemsnit opholde sig længere i trawlposen end de hummere, der fanges i 2. slæb, hvor tidspunktet for den maksimale aktivitet indtræffer mod slutningen af slæbet. Selvom trawlslæbene altså er lige lange, kan hummernes aktivitetsrytme derfor kunne påvirke overlevelsen i de to slæb. Dødeligheden er dermed en funktion af, hvor længe hummerne opholder sig i trawlet. Se endvidere afsnit 3.3, hvor slæbetidens længde behandles.

Variationsfaktor ”behandling” (opbevaringstemperatur)

Temperaturen er uden tvivl den faktor, der er af den allerstørste betydning for overlevelsen. En lang række undersøgelser har bekræftet dette (fx Ridgway, 2007; Harris & Andrews, 2005a, b og Harris & Ulmestrand, 2004), og temperaturen har derfor også den største bevågenhed i fiskeri og håndtering af levende jomfruhummere i Skotland, se fx information om hummerfiskeriet fra Seafood Scotland (<http://www.seafoodscotland.org>).

Dyrene er adapterede til et stabilt bundmiljø, og under hele forløbet, fra deres levested på mudderbunden til de ligger pakkede i kassetter i kølecontainer vil de komme ud for skiftende temperaturer, der i den sidste ende påvirker chancerne for overlevelse. Det er vist, at en hurtig stigning i temperatur på 5 °C har medført en dødelighed på 25 % (Pedersen, 2006). Ydermere har vi i denne undersøgelse sandsynliggjort, at en øget dødelighed skyldtes stærkt varierende temperaturer (se afsnit 3.1.2).

Forskellene i overlevelsen i vores forsøg var imidlertid ikke store. Selvom der var signifikant forskel i overlevelsen mellem 5-10 og 10-5 kombinationerne og en stærk tendens til forskel i overlevelsen mellem 5-10 og 10-10 kombinationerne, var forskellene relativt små. Det hænger nok hovedsagelig sammen med den ringe forskel på temperaturforholdene mellem vandtemperaturerne

ved bund og overflade og lufttemperaturerne på dæk, som det fremgår af tabel 5. Endelig var forskellen mellem de testede temperaturer 5 °C og 10 °C relativt lille.

Fiskeriet efter levende jomfruhummere i efteråret/tidlig vinter var noget nær det ideelle, hvilket også afspejlede sig i de høje overlevelseshaster. Der er ingen tvivl om, at overlevelsen i perioden fra foråret og hen gennem sommeren vil være ringere, alt andet lige. Dels er temperaturforskellene mellem bund og overflade betydelige om sommeren (tabel 5), dels er lufttemperaturen høj (fig. 11), og endelig er der det forhold, at hummerne om foråret er mere bløde end om efteråret, hvilket betyder at de får flere skader (Ridgway et al., 2006).

3.1.2 Temperaturskift - betydning for overlevelsen

Jomfruhummere lever i et meget stabilt miljø på og i den bløde mudderbund på dybder fra ca. 30 m og ud til adskillige hundrede meters dybde. De fysiske forhold på levestedet er meget konstante og er karakteriserede ved lave temperaturer og et højt saltindhold. Det er vigtigt at holde disse parametre så konstante som muligt ved opbevaring af levende jomfruhummere.

Materialer og metoder

Ved et tilfælde fik vi viden om, hvordan varierende temperaturer påvirker overlevelsen, idet vi i begyndelsen af november 2007 havde problemer med at styre temperaturen i den ene af kølecontainerne (5 °C), mens vandtemperaturen i 10 °C kølecontaineren var meget stabil. Forhold og procedurer for opbevaring m.v. er bortset fra de fluktuerende temperaturer de samme som beskrevet under afsnit 3.1.2: Opbevaringstemperaturer (på båd, under transport og langtidsopbevaring). Dog er observationsperioden forøget fra de normale 8 dage til 12 dage.

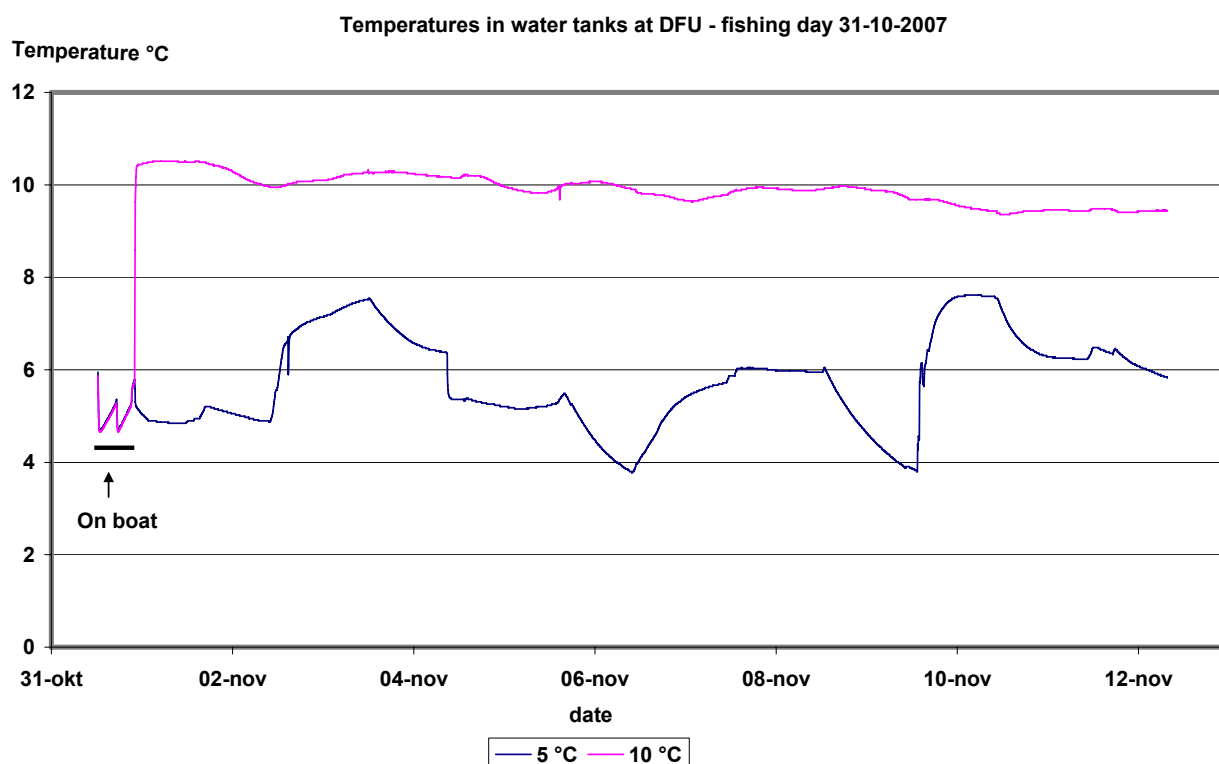


Fig. 14. Temperaturforløb fra fiskedag 31-10-2007 serien. Temperaturen i kar på båden ses at være ca. 5 °C. ”10 °C temperaturen” er ret konstant: $9,90 \pm 0,32$ ($\pm 0,3$ %) mens ”5 °C temperaturen” er meget variabel: $5,78 \pm 0,99$ (± 17 %).

Fig. 14. Temperatures from fishing day 31-10-2007 series. ”10 °C temperature” is fairly stable: $9,90 \pm 0,32$ ($\pm 0,3$ %) while ”5 °C temperature” is very fluctuating: $5,78 \pm 0,99$ (± 17 %).

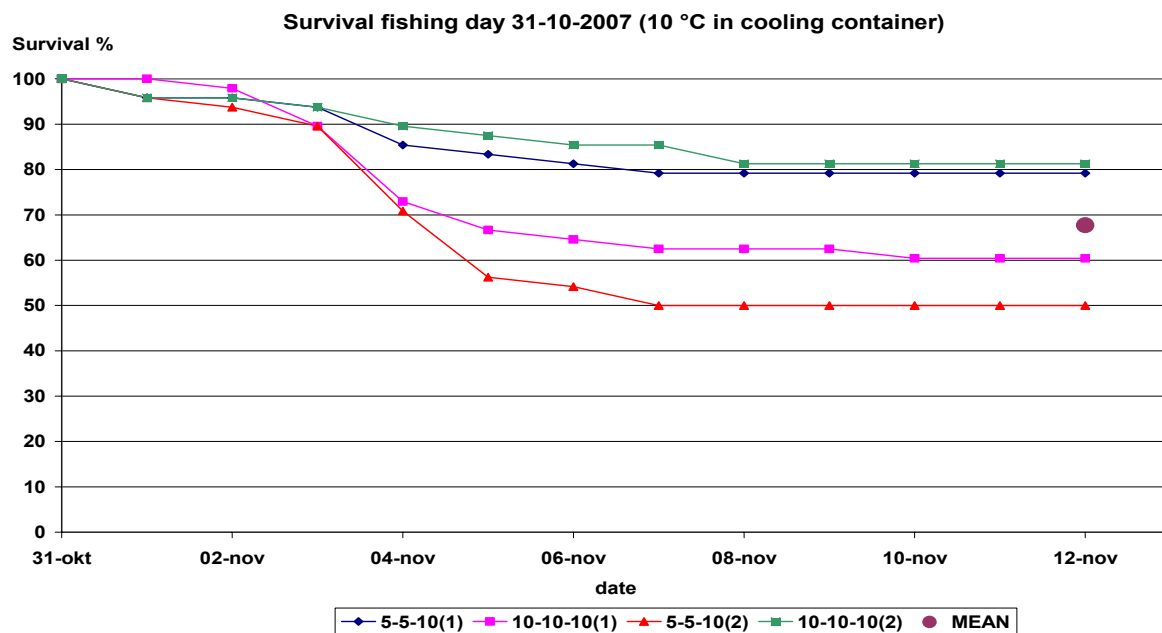


Fig. 15. Overlevelse af jomfruhummere fra fiskedag 31-10-2007 ved opbevaring i 10 °C kølecontainer. Bemærk de typiske S-formede kurveforløb. Samlet gennemsnitlig overlevelse efter stabiliseringsperioden var i middel 68 %.

Fig. 15. Survival of *Nephrops* from fishing day 31-10-2007. The lobsters were stored in 10 °C cooling container. Note the typical S-shaped survival curves. Mean survival was 68 % (dot).

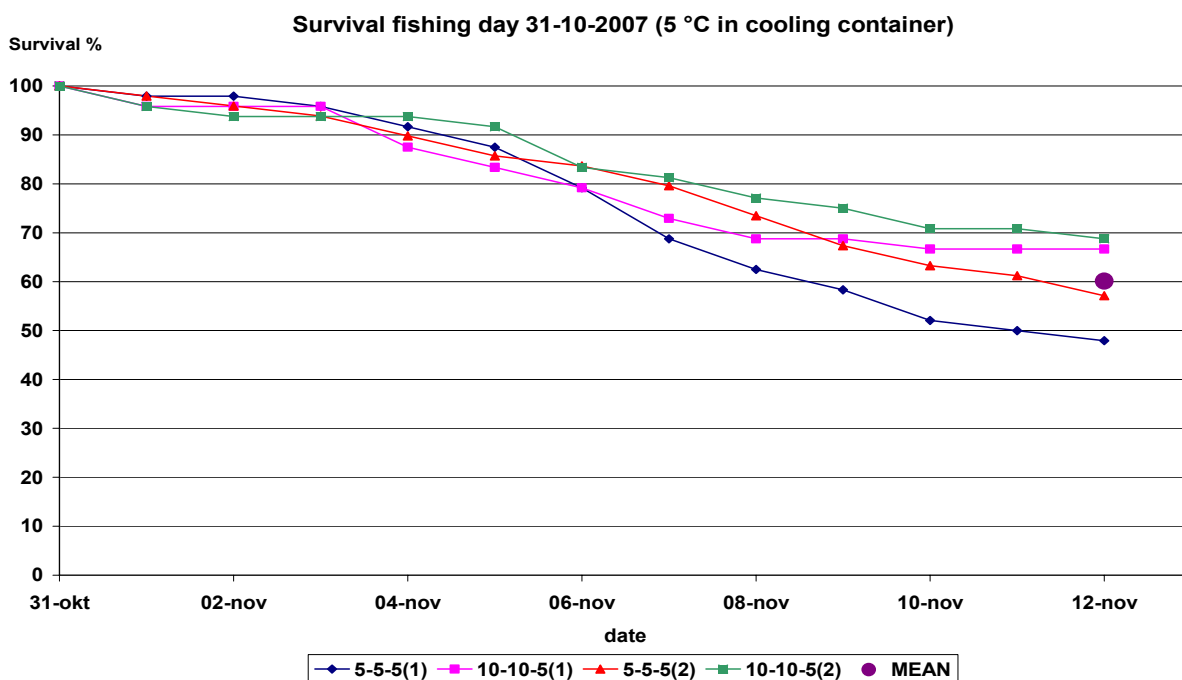


Fig. 16. Overlevelse af jomfruhummere fra fiskedag 31-10-2007 ved opbevaring i 5 °C kølecontainer. Bemærk det jævnt faldende kurveforløb. Samlet gennemsnitlig overlevelse efter stabiliseringsperioden var i middel 60 %.

Fig. 16. Survival of *Nephrops* (fishing day 31-10-2007). The lobsters were stored in 5 °C cooling container. Note the steady falling curves. Mean survival was 60 % (dot).

Resultater

Fig. 14 viser temperaturforløbet for den serie, der blev fanget 31-10-2007. Temperaturen i 10 °C containeren er ganske stabil i hele det 12 dages tidsforløb ($9,90 \pm 0,32$ °C, mean \pm SD), mens temperaturen i 5 graders containeren er meget varierende ($5,78 \pm 0,99$ °C, mean \pm SD). I 5 graders containeren dødeligheden over 12 dage 60,1 %, mens den er 67,7 % i 10 graders containeren. Men den helt store forskel er, at mens overlevelsesforløbet i 10 graders containeren følger det typiske s-formede forløb, hvor dødeligheden efter 6-8 dage flader ud og de tilbageværende hummere er stabiliserede fuldt restituerede, så er overlevelsen i 5 graders containeren jævnt faldende gennem alle 12 dage; vi ser kun for 10-10-5 serien at dødeligheden tilsyneladende er standset mod slutningen af 12 dages perioden.

Diskussion

Det er et velkendt fænomen, at mange dyr, her i blandt fisk og krebsdyr, kan tåle temperaturer der ligger noget uden for deres optimumsområde, dersom de langsomt vænnes til forholdene. For jomfruhummere har Pedersen (2006) i forundersøgelserne til nærværende rapport, at jomfruhummere kan leve ved forhøjede temperaturer (14 °C) med kun ringe dødelighed. Dyrene blev holdt i et udendørs anlæg ved en temperatur på ca. 8 °C. Ved denne temperatur var dødeligheden stabil og meget lav. En pludselig temperaturstigning til ca. 14 °C medførte en betydelig dødelighed i de efterfølgende dage, hvorefter dødeligheden aftog og var stabil og ganske lav. Eksemplet viser, at dyrene overlever ved forhøjede (men stabile) temperaturer, men at der er stor dødelighed ved en pludselig ændring af temperaturen.

Det er ikke usandsynligt, at dødeligheden for hummerne i 5 graders containeren i nærværende forsøg ville fortsætte med at være høj, dersom observationsperioden blev forlænget ud over de 12 dage med stærkt varierende temperaturer.

Chapman (1981) udførte overlevelsesforsøg med burfangede jomfruhummere i juni måned, der til dels taler imod Pedersens (2006) og nærværende undersøgelses resultater. Bundtemperaturen var 8 °C, temperaturen i overfladen var 14 °C. Nyfangede hummere blev delt i to hold, hvor det ene hold blev overført til dækstanke med 8 °C vand, mens det andet hold blev overført til tanke med vand af overfladetemperatur (14 °C) vand i 75 minutter, hvorefter de alle blev genudsat i netbure på bunden. Overlevelsen blev fulgt i de følgende dage, og mens de hummere der havde været opbevaret i 8 °C tanke kun havde meget ringe dødelighed, så havde de hummere der var opbevaret i dækstanke ved 14 °C en dødelighed på 50 % over 8 dage. Det bemærkes, at de hummere, der blev overført til 8 °C tanke blev udsat for 4 skift i temperatur (8 grader ved bund -> 14 °C overflade -> 8 °C i dækstank -> 14 °C i overfladen -> 8 °C ved bund), mens de hummere der blev opbevaret i 14 °C dækstanke kun blev udsat for 2 temperaturskift: 8 °C bund -> (14 °C overflade, dækstanke og igen overflade) -> 8 °C bund. Han konkluderede, at grunden til den øgede mortalitet var det længerevarende ophold i vand med forhøjede temperaturer. Fig. 17 nedenfor viser resultaterne af Chapmans forsøg.

I vore forsøg i november-december 2007 var bundtemperaturen omkring 8 °C, svarende til forholdene under Chapmans forsøg, men vi benyttede 5 °C og 10 °C som opbevaringstemperatur, hvilket ligger nær det naturlige for jomfruhummere. 14 °C er derimod en noget forhøjet temperatur i forhold til dyrenes optimum, og opbevaring ved denne temperatur kræver uden tvivl langsom tilvænnning, for at undgå at dødeligheden øges markant. Men som Pedersen (2006) har vist, overlever jomfruhummere glimrende ved denne temperatur, blot de er akklimatiserede.

I afsnit 3.1.1 er temperaturens indflydelse på overlevelsen yderligere diskuteret.

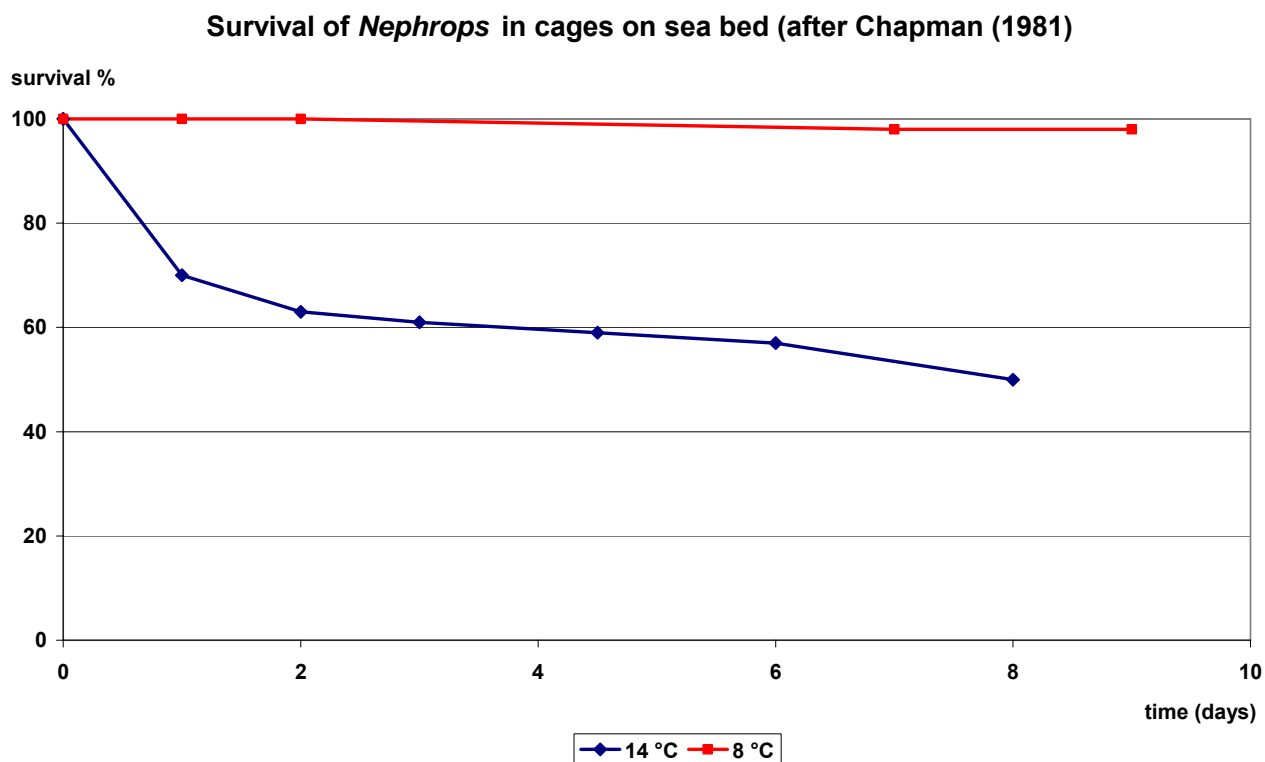


Fig. 17. Overlevelse af burfangede jomfruhummere, der efter fangsten har været opbevaret ved hhv. 8 °C og 14 °C i dækstanke i en 75 minutters periode, se teksten ovenfor. Efter Chapman (1981).

Fig. 17. Survival of creel caught *Nephrops*, stored for 75 minutes in deck tanks at 8 °C and 14 °C, see text for details. After Chapman (1981).

3.2 Opbevaring

3.2.1 Langtids-overlevelse af stabiliserede jomfruhummere

Den største dødsårsag for trawlfangede jomfruhummere er skader på dyrene, som forvoldes i trawlet under fiskeriet og efter at fangsten er bragt ombord på båden. Ved kun at medtage perfekte/intakte dyr uden skader og opbevare dem adskilt i "skotske kassetter", var overlevelsen efter 8 dages restitution i kølecontainere i land gennemsnitligt 86 % ud af 1744 hjemtagne jomfruhummere.

Skadede dyr døde typisk i ugen efter fangsten, hvorefter dødeligheden faldt til et meget lavt niveau på ca. 0,25 % per dag. Jomfruhummere kan opbevares meget længe (måneder) uden fodring.

I afsnit 4.1 redegøres der for temperaturens betydning for overlevelsen i de første ca. 8 dage fra fangsten. Den initiale dødelighed er relativt stor, hvorefter dødeligheden falder til et meget lavt niveau. Jomfruhummere, der har overlevet de første ca. 8 dage med stor dødelighed benævnes "stabiliserede". Stabiliserede jomfruhummere er karakteriserede ved en lav dødelighed og er meget robuste dyr i forhold til skiftende temperaturer, restitution efter skader, evne til at tåle tør opbevaring m.m.

Materialer og metoder

Langtids-overlevelsen af stabiliserede jomfruhummere er undersøgt på dyr fra en fangst, foretaget 12. maj 2007. Hummerne blev pakket og opbevaret i kassetter i kølecontainer med recirkuleret vand ved 10 °C. Overlevelsen blev fulgt ved daglige inspektioner, hvor døde individer blev fjernet, og skader registreret. Dyrene blev ikke fodret i undersøgelsesperioden.

Resultater

Fig. 18 viser antallet af overlevende hummere i perioden fra trawlfangsten den 12. maj og ca. 8 uger frem. Hummerne blev sorteret ud og pakket af en rutineret person, hvorfor den initiale dødelighed er meget større end ved senere fangster i efteråret 2007 (se 3.5.1).

Det generelle billede er følgende: I de første ca. 8 dage fra fangsten er dødeligheden høj, men stabiliseres herefter til et niveau, hvor meget få individer dør (fra "A" på fig. 18). 20. maj (efter 8 dage) er antallet af levende hummere 98 stk., og antallet af levende reduceres i løbet af de næste godt 7 uger (53 dage, indtil 11. juli) til 83 stk. Den daglige dødelighed i perioden er således $15 \text{ hummere} / 53 \text{ dage} * 98 \text{ stk.}$, svarende til 0,0028 hummere pr dag pr 100 stk. eller **0,28 % pr dag**.

Som det fremgår af fig. 18 skete der ved "B" et fald i antallet, hvilket skyldtes at et par hummere var "glemt" i hvert sit lukkede akvarie uden frisk vandforsyning, hvilket resulterede i at de døde, en fejl som ikke har noget med eksperimentet at gøre; såfremt disse hummere ikke medregnes i ovenstående regnestykke, er den daglige dødelighed af stabiliserede hummere helt nede på $13 \text{ stk.} / (53 \text{ dage} * 98 \text{ stk.})$, svarende til 0,0025 hummere pr dag pr 100 stk. eller **0,25 % pr dag**.

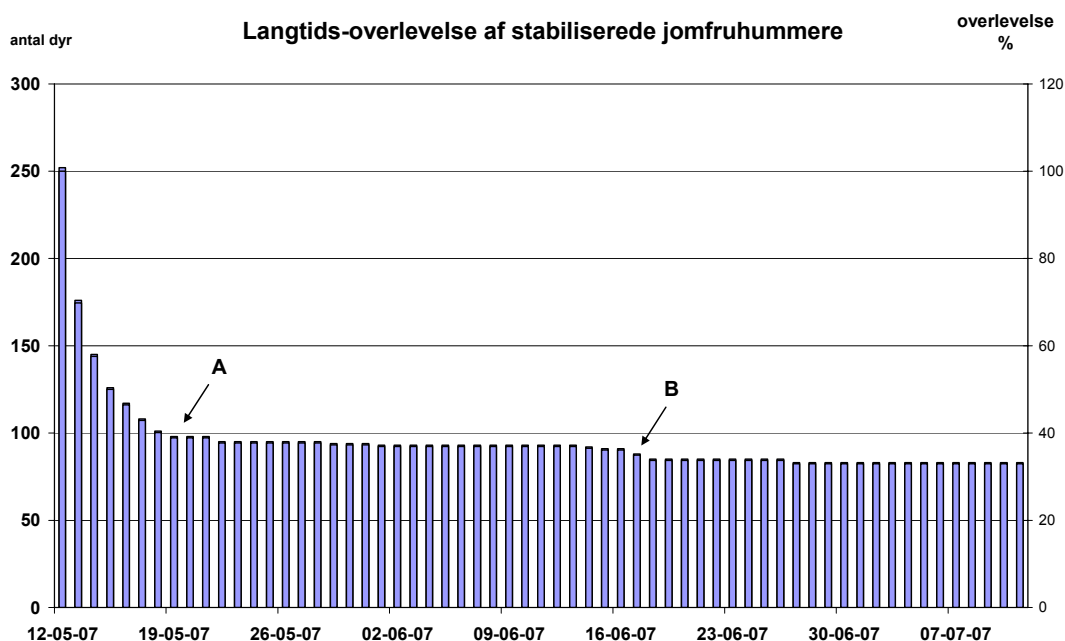


Fig. 18. Langtids-overlevelse af jomfruhummer, fanget 12. maj 2007. Figuren viser såvel antallet af hummere i 2 tætpakkede kassetter (primær akse, tv.), som den procentvise andel af begyndelsesmængden 12. maj (252 stk.), sekundær akse, th..

Fig. 18. Longtime survival of stabilized *Nephrops*. The figure shows number of individuals (primary axes, left), and the fraction in percent of initial numbers, caught on 12. may, 2007 (252 ind.), secondary axes, right.

Diskussion

Det har ikke været muligt at finde opgivelser af langtids-overlevelsen af stabiliserede jomfruhummere i litteraturen, så de fundne værdier kan ikke umiddelbart sammenlignes.

Ved et besøg på Tjärnö Marinbiologiska Station under Göteborgs Universitet deltog jeg imidlertid i efteråret 2006 i en tur med en båd, der fiskede jomfruhummere med tejner ud fra Fjällbacka på den svenske vestkyst. Her havde man forsøgsvis nedsænket et antal kassetter, med ca. 50 jomfruhummere i hver, på ca. 30 m. vand og ladet dem ligge i ca. en måned. Ved inspektion fandtes i hver af disse kassetter ca. 3-5 døde hummere, hvilket svarer til en daglig dødelighed på 3-5 stk./((30 dage * 50 stk.), svarende til **0,20-0,33 % pr dag**.

Dødeligheden af disse svenske jomfruhummere er altså stort set den samme som hvad vi fandt for stabiliserede, trawlfangede jomfruhummere.

Stabiliserede hummere har altså en meget lav dødelighed; de er robuste og er derfor meget velegnede til opsamling i "bufferlagre" hos en eksportør, som med fordel kan forsende fra dette lager i situationer, hvor fx fiskeriet er dårligt på grund af dårligt vejr, eller hvor priser og efterspørgsel er stor, fx i perioden op til jul.

Som det fremgår af afsnit 3.2.2 (fig. 27), hvor overlevelsen ved tør opbevaring fra to undersøgelser sammenlignes, blev det foreslået, at langtidsopbevarede jomfruhummere måske har ringere overlevelse ved tør opbevaring end hvad mere "friske" dyr har. Her taler vi dog om måneders opbevaring, hvilket måske ikke er særligt sandsynligt i en kommerciel situation, hvor oplagring nok nærmere vil ligge i størrelsesordenen 1-2 uger.

3.2.2 Overlevelse af jomfruhummere ved tør opbevaring (I)

Restituerede(ustressede) jomfruhummere kan overleve længe uden for vand, når blot temperaturen er lav og luftfugtigheden høj. Eksempelvis var overlevelsen 90 % ved ”tør” opbevaring ved 5 °C efter 48 timer, mens den tilsvarende overlevelse ved 10 °C kun var ca. 75 %. Den længstlevende jomfruhummer døde først efter 318 timers tør opbevaring ved 5 °C (næsten 14 dage).

Nyfangede (stressede) jomfruhummere kan derimod kun opbevares tørt i kortere tid. Ved 5 grader var overlevelsen 100 % efter 12 timer, men faldt derefter drastisk, og efter 48 timer var overlevelsen kun ca. 10 %. Kortere tids ophold uden for vand (< 6 timer) havde derimod ingen indflydelse på overlevelsen.

Introduktion

Transport af levende jomfruhummere har traditionelt set foregået i vand, da tidligere erfaringer med tør transport har været dårlige. Men også våd transport rummer problemer. Således har de danske fiskere Enevold og Søren Mose Enevoldsen fra Hvide Sande for et par år siden haft et samarbejde med en dansk eksportør, der forsøgsvist har transporteret levende jomfruhummere til Spanien. Nogle gange gik transporten fint, mens der til andre tider var massive dødsfald, hvilket har gjort, at fiskerne er stået af projektet (pers. komm.).

Våd opbevaring og transport er ideelt set en god metode, idet dyrene befinder sig i sit rette element. Der er ingen tvivl om, at ophold i vand er den eneste metode til langtidsopbevaring af jomfruhummere, se 3.2.1. Imidlertid er metoden med våd opbevaring ikke uden problemer, når det drejer sig om transport, idet der skal transporteres store mængder fuldstyrke saltvand i en passende temperatur i forhold til fangstbetingelserne; hertil kommer at vandet skal være godt iltet, og ammoniumindholdet skal holdes lavt. Vægten alene af havvandet udgør en meromkostning ved transport, som der skal tages højde for. Der er således flere faktorer, der skal tages hensyn til, og metoden er derfor noget risikabel.

Vi har undersøgt, hvor længe jomfruhummere kan tåle at blive opbevaret tørt (ved 100 % luftfugtighed). Undersøgelsen skulle også vise, om døde jomfruhummere i en kassette påvirker dødeligheden af de øvrige individer i kassetten.

Materialer og metoder

Overlevelse af stressede (nyfangede) jomfruhummere

Fra 2. slæb den 20-12-2007 blev der frasorteret og pakket 2 ens kassetter á 49 individer. Fangsten kom på sorteringsbordet klokken 16, pakket og sat i lastrummet ved ca. 7 grader klokken 16:30. Temperaturen på shelterdækket var ca. 7,5 °C. Kassetterne blev transporteret tørt til Hirtshals i hvert sit 200 l isolerede plastkar, der blev sat ind i 5 °C kølecontaineren i Hirtshals klokken 22:30; overlevelsen blev herefter fulgt og registreret de følgende døgn.

Overlevelse af ustressede (stabiliserede) jomfruhummere

I hver af de to containere med temperaturer på hhv. 5 °C og 10 °C anbragtes 2 kassetter, pakket med 8x8 dyr i et gitter dannet af ”dividerne”. Fra den ene kassette ved hver temperatur blev alle døde individer ved kontroltidspunkterne straks fjernet, mens de døde individer ikke blev fjernet i den anden kassette for at se, om døde individer påvirkede dødeligheden af de øvrige overlevende i

kassetten. Hver kassette var anbragt i hvert sit isolerede 200 l plastkar med låg. Kassetterne blev inspiceret hver 6. time, og placeringen af døde dyr blev registreret.

Der blev til forsøget anvendt stabiliserede jomfruhummere, fanget medio december; dyrene blev inden forsøget akklimatiseret i ca. 7 dage ved hhv. 5 °C og 10 °C.

Forsøget strakte sig over perioden fra 9-1-2008 til 22-1-2008.

Resultater

Resultater - Overlevelse af stressede (nyfangede) jomfruhummere

Fig. 19 viser overlevelse af nyfangede (stressede) jomfruhummere ved tør opbevaring: 7 °C på båden, tør transport mellem Skagen havn og Hirtshals (ca. 5 °C), efterfulgt af ophold i kølecontainer i Hirtshals ved 5 °C. Der var god overensstemmelse mellem de to replikater. Indtil 12 timer efter fangsten var der ingen døde individer i nogen af kassetterne, men herefter faldt overlevelsen drastisk. Efter 44 timer var der kun 12-14 % overlevende. Disse dyr overførtes til frisk rindende havvand for at få et indtryk af recovery, dvs. evnen til at komme sig. Overlevelsen af de dyr, der overførtes fra luft vand var hhv. 16 % og 45 % i de to replikater efter 1 døgn, men disse dyr overlevede ikke i det lange løb, idet de alle blev konstateret døde efter ca. 7 døgn.

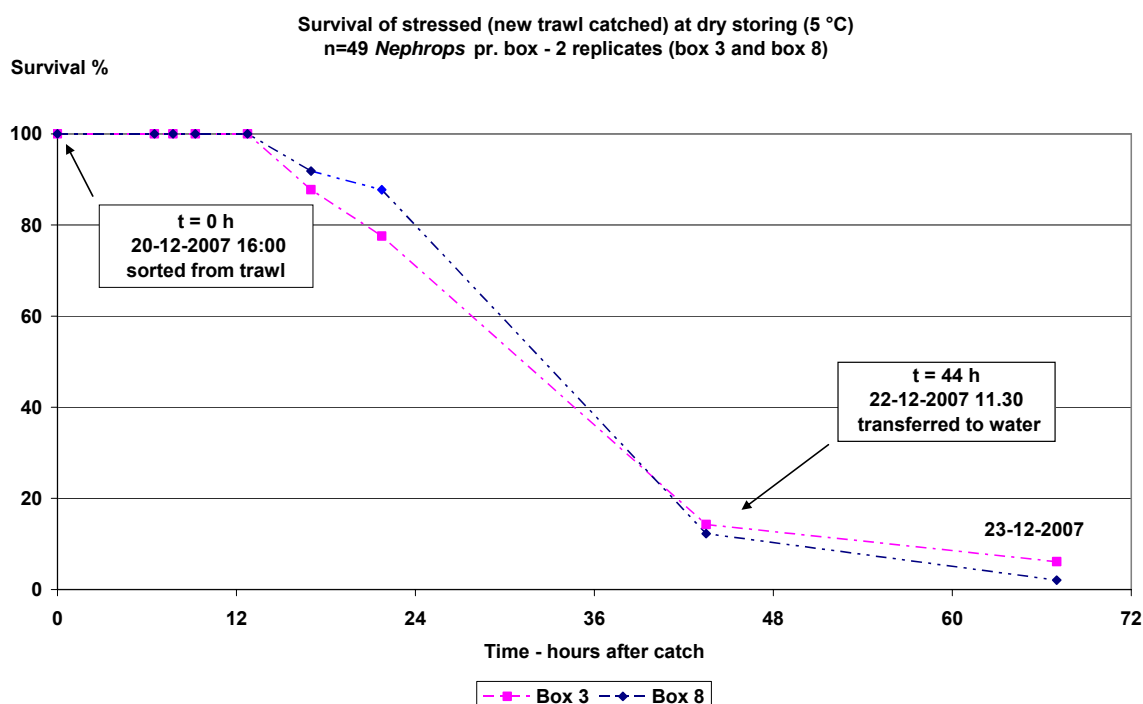


Fig. 19. Overlevelse af nyfangede (stressede) jomfruhummere ved tør opbevaring (7 °C på båd, 5 °C i kølecontainer i Hirtshals). Indtil 12 timer efter fangsten er der ingen døde, men herefter falder dødeligheden drastisk. Efter 44 timer er der kun 12-14 % overlevende. Overførsel af disse overlevende til vand forlænger overlevelsen, men disse sidste dyr er ”moribund”.

Fig. 19. Survival of freshly trawl-caught (and stressed) *Nephrops* at dry storage (7 °C on fishing boat and 5 °C in refrigerated container in Hirtshals). First 12 hours without dead individuals, but after that time survival drops sharply, with only 12-14 % survivors after 44 hours. Transferring the surviving *Nephrops* at time 44 hours decreases the mortality rate, but these surviving individuals seem to be moribund.

Resultater - Overlevelse af ustressede (stabiliserede) jomfruhummere ved 5 °C og 10 °C

Overlevelsen ved tør opbevaring af de ustressede hummere var god i forhold til de stressede. Af størst interesse i forbindelse med transport af levende hummere er overlevelsen i perioden 12-36 timer, idet denne periode dækker transport både lokalt og til markederne i Sydeuropa. Der var stor forskel på overlevelsen af hummere opbevaret ved 5 °C og 10 °C, se fig. 20. Forskellen i overlevelse var stærkt signifikant forskellig ($p=0,002$, Mann-Whitney U-test). Graferne er middelværdi af to replikater, hvoraf dyrene fra det ene sæt fjernes når de dør, mens dyrene fra det andet sæt bliver liggende i kassetten. Eksempelvis kan det af figuren ses, at overlevelsen af hummerne ved 5 °C efter 24 timer var 98 %, mens de tilsvarende tal for 10 grader var 91 %; ved 36 timer var overlevelsen ved 5 °C 96 %, mens overlevelsen ved opbevaring ved 10 °C var 87 %. Ved længere tids opbevaring øgedes forskellen i overlevelsen ved de to temperaturer yderligere, så 90 % overlevelsen faldt ved 54 timers opbevaring ved 5 °C, mens den tilsvarende tid ved 10 °C kun var 30 timer. Den sidste hummer i forsøget døde efter knap 8 døgn ved 10 °C, mens den længstlevende hummer ved 5 °C opbevaring levede i over 13 døgn.

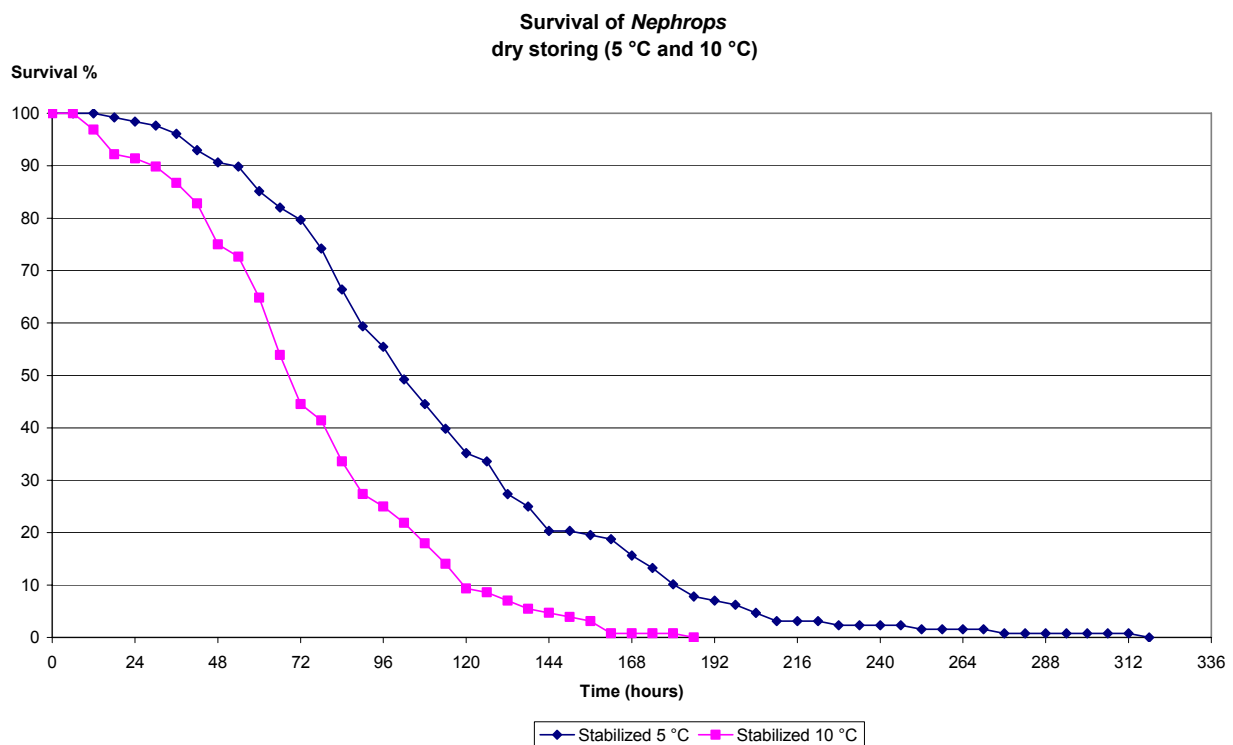


Fig. 20. Overlevelse af stabiliserede jomfruhummere opbevaret ved hhv. 5 °C og 10 °C (100 % luftfugtighed). Hver af graferne er middelværdi af to replikater, hvoraf dyrene fra det ene sæt fjernes når de dør, mens dyrene fra det andet sæt bliver liggende i kassetten. Forskellen er stærkt signifikant forskellig ($p=0,002$, Mann-Whitney U-test)

Fig. 20. Survival of stabilized Nephrops, stored at 5 °C and 10 °C (100 % humidity). Each graph represents 2 replicates, where animals from the one set is removed when they die, whereas animals from the other set stays in the box until the experiment has ended. Difference is significant ($p=0,002$, mann-Whitney U-test) between the two sets.

Resultater - Sammenligning af overlevelsen i gruppen, hvor de døde blev fjernet, med overlevelsen i gruppen, hvor de døde forblev i kassetten

Der var ikke stor forskel på overlevelsen mellem de to undersøgte grupper ved samme temperatur de første ca. 7 døgn (fig. 21). Herefter steg dødeligheden markant for gruppen, hvor de døde forblev i kassetten, og ved 5 °C overlevede dyr fra gruppen, hvor de døde blev fjernet, næsten 5 døgn længere end fra gruppen, hvor de døde dyr forblev i kassetten. På det tidspunkt var der fra kassetten, der indeholdt døde hummere, en voldsom stank. Der var ingen statistisk forskel mellem gruppen, hvor de døde blev fjernet, og hvor de døde forblev i kassetten, hverken ved 5 °C ($p=0,093$) eller ved 10 °C ($p=0,995$); Mann-Whitney U-test.

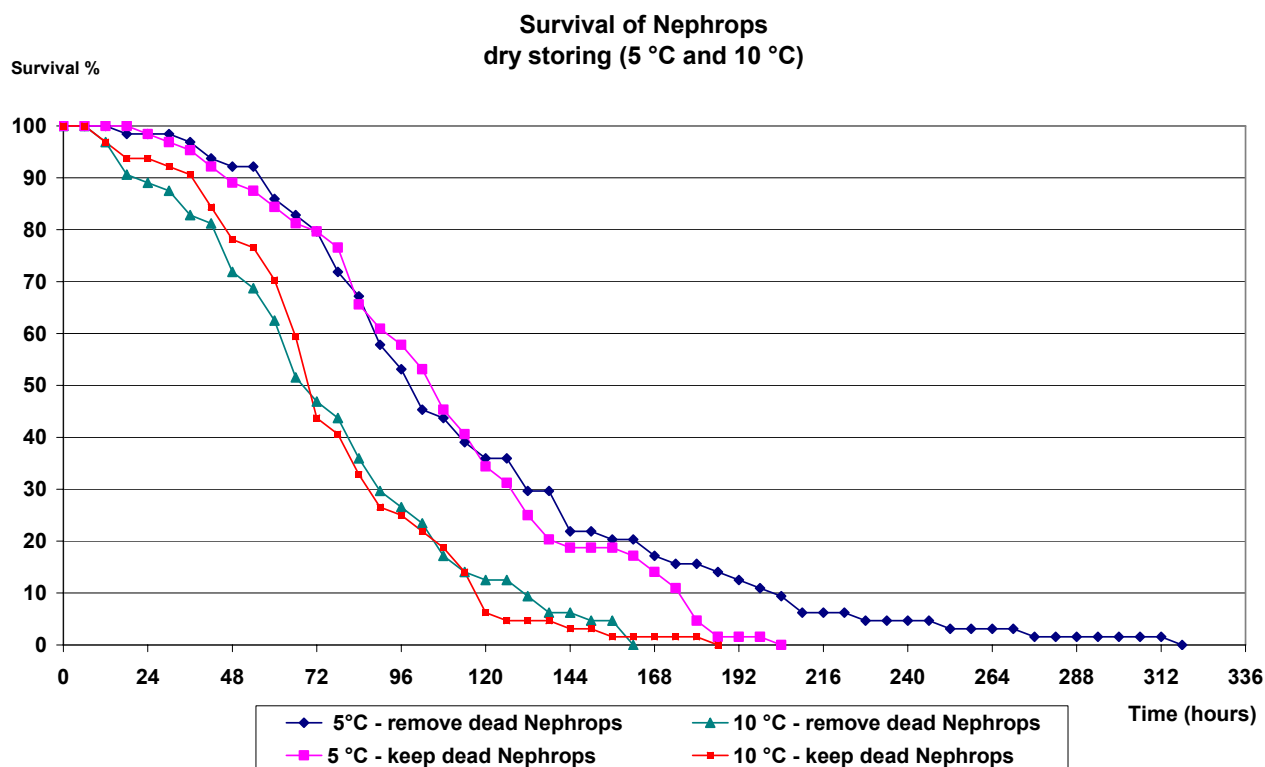


Fig. 21. Overlevelse af jomfruhummere ved hhv. 5 °C og 10 °C. Figuren viser for hver temperatur grafisk data for overlevelsen, hvor det ene sæt repræsenterer data for dyr, der fjernes fra kassetten når de dør, mens det andet sæt repræsenterer dyr der forbliver i kassetten når de dør. Der er ingen statistisk forskel på grupperne ved 5 °C ($p=0,093$) eller 10 °C ($p=0,995$), Mann-Whitney U-test.

Fig. 21. Survival of Nephrops at 5 °C and 10 °C. For each temperature the graphics shows survival of the two groups: One group, where dead animals are removed when detected, while the other group represents data for survival of animals, which are kept in the boxes while experiments are going on. No statistical difference between sets of data at 5 °C ($p=0,093$) or 10 °C ($p=0,995$), Mann-Whitney U-test.

Resultater - Påvirker døde hummere i kassetten overlevelsen af hummere i “naborum”?

En undersøgelse af fordelingen af døde hummere i kassetterne, for at konstatere om døde hummere påvirker overlevelsen af hummerne i de tilstødende rum i kassetten, er grafisk vist i fig. 22 A-D.

A og C må betegnes som referencer, da døde hummere i disse forsøg fjernes. Intet i C og D tyder på, at der er en ”nabopåvirkning”.

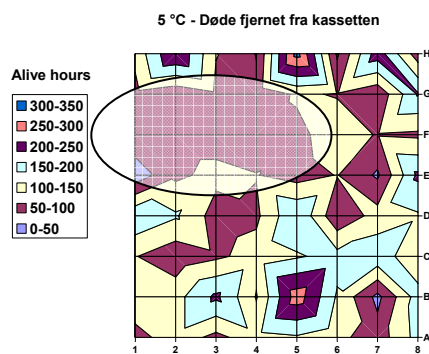


Fig. 22 A

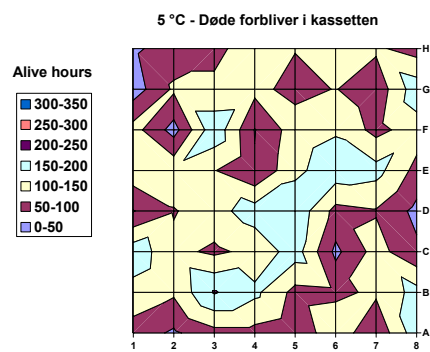


Fig. 22 B

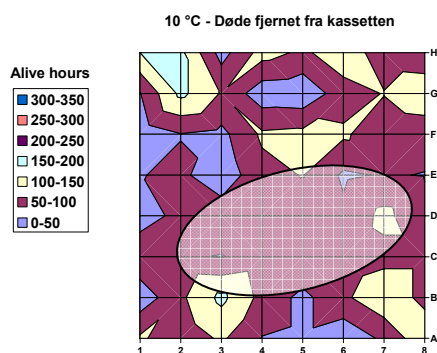


Fig. 22 C

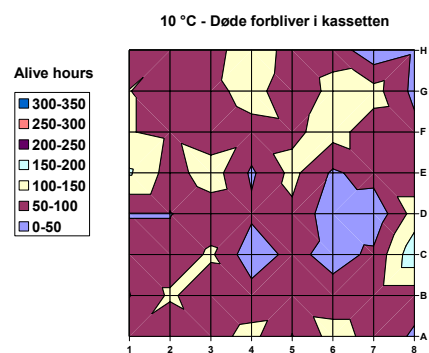


Fig. 22 D

Fig. 22. Layout af kassetter i overlevelsesforsøgene. Flatediagrammerne viser overlevelsestiden i timer for flg. forsøg: A) 5 °C – døde fjernet fra kassetten; B) 5 °C – døde forbliver i kassetten; C) 10 °C – døde fjernet fra kassetten; D) 10 °C – døde forbliver i kassetten.

Fig. 22. The figures shows layout of the four boxes in the survival experiments. The surface diagrams shows the survival time in following instances: A) 5 °C – dead animals removed; B) 5 °C – dead animals left in the box; C) 10 °C – dead animals removed; D) 10 °C – dead animals left in the box.

Diskussion

Diskussion - Overlevelse af stressede (nyfangede) jomfruhummere

Nyfangede og stressede dyr overlevede uden dødelighed i perioden indtil 12 timer, men når den tærskel blev overskredet, steg dødeligheden meget voldsomt. Overlevelsen efter 24 timer lå efter kurveforløbet at dømme på 70-85 %, mens der kun var 10 % overlevende efter 48 timer. Dette skal sammenlignes med overlevelsen af stabiliserede hummere på ca. 90 % efter 48 timer, se næste afsnit. Resultatet antyder derfor, at såfremt man vil holde liv i dyrene, må tiden i luft lige efter fangst være noget mindre end 12 timer. Derfor må det anbefales, at nyfangede hummere overføres til og opbevares i køligt vand snarest muligt efter fangst.

Diskussion - Sammenligning af overlevelsen ved 5 °C og 10 °C

Resultaterne af dette forsøg viser, at 5 °C helt klart er at anbefale for tør opbevaring, frem for 10 °C. Det er imidlertid muligt, at overlevelsen er endnu bedre ved temperaturer lavere end 5 °C, men det kan kun yderligere forsøg vise. En ting er imidlertid overlevelsen, noget andet er recovery, dvs evnen til at komme sig, efter den tørre opbevaringsfase. Her er der behov for forsøg, der viser det sammensatte billede af tør opbevaring og recovery ved forskellige perioder af tør opbevaring.

Diskussion - Sammenligning af overlevelsen i gruppen, hvor de døde blev fjernet, med overlevelsen i gruppen, hvor de døde forblev i kassetten

Overlevelsen for de grupper, hvor de døde forblev i kassetten, var stort set lige så stor som for de grupper, hvor de døde straks blev fjernet, når man ser på forløbet indtil de første ca. 7 døgn (fig. 21). Herefter var overlevelsen af dyrene i den gruppe, hvor de døde blev fjernet, væsentlig højere end hvor de døde forblev i kassetten (5 °C). Ved 10 °C var forskellen på de to grupper ret ens, når man betragter hele forløbet.

I forbindelse med transport af levende hummere er det imidlertid kun de første ca. 2 døgn der har interesse, og i den periode var overlevelsen mellem de to grupper ikke væsentlig forskellig. Tendensen var dog ikke entydig: Ved 5 °C fandtes den laveste dødelighed blandt gruppen, hvor de døde hummere blev fjernet, mens det omvendte var tilfældet ved 10 °C. Disse forskelle var dog relativt ubetydelige.

Diskussion - Påvirker døde hummere i kassetten overlevelsen af hummere i “naborum”?

Hvis der sker påvirkning af overlevelsen på grund af naborummets indhold af døde hummere, vil man forvente større markante minima (”lavninger”) i fladediagrammerne (Fig. 22 A-D). A-B viser graferne for de to kassetter ved 5 °C, hvor de døde hummere hhv. fjernes (A) og forbliver i kassetten (B). C-D afbilder de tilsvarende data, blot ved 10 °C. Sammenlignes figurparrene A og B, og sammenlignes med B og D forekommer det, at der faktisk er flere sammenhængende områder med lokale minima i A-C parrene end i B-D parrene (markeret på figurerne). Eftersom de døde hummere fjernes i A og B, og der derfor ikke kan være påvirkninger af døde hummere, må det anses som lidet sandsynligt at døde hummere påvirker overlevelsen af resten af hummerne i samme kassette. B og D er netop karakteriserede ved at være forholdsvis homogene, uden større områder med lokale minima.

Derimod er det sandsynligt, at døde hummere i kassetten som helhed påvirker overlevelsen af de øvrige levende dyr i samme kassette ved lang tids opbevaring (> 7 døgn, 5°C), idet overlevelsen af hummere er markant større i gruppen hvor de døde hummere fjernes, i forhold til gruppen hvor de døde hummere forbliver i kassetten, se forrige afsnit.

3.2.3 Overlevelse af jomfruhummere ved tør opbevaring (II)

Forskellige metoder - og recovery i vand

Forskellige metoder blev undersøgt for at øge overlevelsen yderligere ved tør opbevaring, såsom overbrusning og kontinuert drypning med koldt havvand, uden dog at have nogen effekt.

Undersøgelserne viste også at hummere, der forud havde været opbevaret i 1 måned i rindende havvand uden fodring, havde en væsentlig bedre overlevelse ved tør opbevaring end hummere, der forud havde været opbevaret i 2 måneder uden fodring (sulteffekt).

Introduktion

I forsøgsrækken beskrevet i afsnit 3.2.2 blev jomfruhummere opbevaret tørt ved 5 °C og 10 °C. Forsøget viste klart, at overlevelsen var bedst ved 5 °C. For at undersøge, om overlevelsen ved tør opbevaring ved 5 °C yderligere kan forbedres, gennemførtes samme forsøgsserie som i afsnit 3.2.2, dog udvidet med varierende grad af befugtning af dyrene; efter 2½ døgn tør opbevaring (60 timer) blev halvdelen af dyrene overført til kar med gennemstrømmende havvand for at undersøge evnen til at restituere sig efter perioden med tør opbevaring. Recovery perioden var 2½ døgn (60 timer).

Materialer og metoder

Forsøget udførtes i kølecontainer med en tilstræbt luft- og vandtemperatur på 5 °C i perioden 7.-13. februar 2008.

3 hold stabiliserede trawlfangede jomfruhummere fra december 2007, blev i perioden fra 10 dage inden forsøgets start akklimatiseret i rindende saltvand ved ca. 5 °C.

Tør opbevaring

Hvert hold hummere á 64 dyr blev anbragt i hver sin kassette inddelt med dividere, og det enkelte dyrs placering blev registreret i en 8x8 matrix således: (1..8) x (A..H). Kassetten blev anbragt i hvert sit isolerede kar, overdækket med fugtigt jute-klæde. Dyrene blev tilset hver 6.-8. time; placeringen af døde dyr blev registreret i 8x8 matricen, hvorefter individet blev fjernet.

De tre hold fik følgende behandling:

- 1. tør opbevaring, uden yderligere fugtning**
- 2. tør opbevaring, men sprayet med havvand hver 6. time**
- 3. tør opbevaring, men hvert dyr fik 1 dryp havvand ca. hvert 4. sekund**

1. Tør opbevaring uden yderligere fugtning er beskrevet i 3.2.2. Det skal bemærkes, at der var vand i bunden af hvert kar, foruden at jutesækkene, der dækkede hvert kar, var fugtede, hvilket sikrede en fugtighed på 100 % i miljøet.

2. Spraying af dyrene blev foretaget med en (ren!) havesprøjte i forbindelse med inspektionerne ca. hver 6. time; dyrene blev sprayet over med 5 °C havvand i 15 sekunder, hvorved en samlet mængde vand på ca. 160 ml blev fordelt over de 64 dyr. Mængden af spray per dyr hver 6. time er således $160 \text{ ml}/64 \text{ dyr} = 2,5 \text{ ml/dyr}$.



Fig. 23. Spraying hver 6. time blev udført med en tryksprøjte mrk. "Ginge".

Fig. 23. Spraying every 6 hours was done with a "Ginge" garden sprayer.

3. Dryp-systemet blev konstrueret ved hjælp af infusionssæt af samme type, som anvendes til "drop" på hospitaler m.v. Infusionssættene kan indstilles til at give en ret præcis mængde væske; i dette tilfælde valgtes at give en dråbe havvand (5 °C) ca. hver 4. sekund hen over hvert enkelt individ. Mængden af tilført havvand per dyr per 6 timer er således 270 ml/dyr.



Fig. 24. Til befugtning ved dryp blev anvendt infusionssæt, ét til hvert rum i kassetten. Tv. ses låget til kassetten, med infusionsslangerne monterede. Th. ses slangernes udmunding på undersiden af låget, der er tilpasset så de passer præcist ned midt i hvert af rummene i kassetten .

Fig. 24. Infusion sets was used to adjust the amount of sea water to the boxes with *Nephrops*. The left picture shows the lid on the box, with the infusion set tube mounted, and right picture shows the underside of the lid, with the tubes protruding.

Til temperaturkontrol/dokumentation blev der anbragt en temperatur-logger mrk. "HOBO Water Temp Pro v2" fra Onset i hver af de 3 kassetter.



Fig. 25. Indretning af Container 2. Tv. på reolerne ses 15 l akvarierne, der blev benyttet til ammonium excretions forsøgene. Bagest drypsystemet, kassetten i det isolerede kar var dækket med fugtet jutestof. Til højre ses et af de 3 kar til opbevaring af hummere.

Fig. 25. Photo from Container 2. On the shelves are the 15 l aquaria, which was used for the ammonia excretion experiments. The pipes in the background are part of the drip system. The cassette with the animals was inside the container, covered with damp jute cloth. One of the 3 pallet containers is to the right.

Recovery

Efter den tørre opbevaring i 60 timer blev halvdelen (ca. 20 stk.) af de overlevende dyr i hver af de 3 kassetter anbragt i rindende havvand ved 5 °C, mens resten af dyrene fortsat fulgtes tørt; dyrene blev eftersat for døde individer hver 6.-8. time som førhen i yderligere 2½ døgn (60 timer). Temperaturen blev fulgt med en temperatur-logger af samme type som ovenstående.

Resultater

Tør opbevaring

Lufttemperaturen var tæt på den ønskede værdi (5 °C). Derimod var det vanskeligere at holde vandtemperaturen tilstrækkeligt langt nede, da kølemaskinerne kun kunne levere vand ned til 6,5 °C., og eftersom lufttemperaturen jo var jo fastsat til 5 °C, kunne vandtemperaturen ikke sænkes yderligere. Temperaturforholdene under forsøgene vises i tabel 6 nedenfor.

Tabel 6. Temperaturbetingelserne under forsøget med tør overlevelse med forskellige former for befugtning. Se tekst for forklaring.

Table 6. Temperatures during experiments with dry storing and different moistening methods.

Temp. °C ± SD	60h Air	60 h Water
Dry	5,0 ± 0,2	6,5 ± 0,2
Dry + Spray	4,8 ± 0,2	6,5 ± 0,2
Dry + Drip	4,7 ± 0,2	6,5 ± 0,2

Overlevelseshorsøget af jomfruhummerne ved tør opbevaring antydede, at gruppen af hummere, der var opbevaret tørt uden yderligere befugtning, tilsyneladende havde den bedste overlevelse, mens grupperne af hummere, der var befugtede med hhv. spray og dryp, havde en omtrent ens, men altså ringere overlevelse (fig. 26). Der var dog ingen statistiske forskelle i overlevelsen mellem de tre behandlinger (Mann-Whitney U-test).

Af særlig interesse i forbindelse med fx forsendelse af jomfruhummere, er tiden der går indtil overlevelsen er nede på 90 %, - målet ved en praktisk forsendelse af jomfruhummere. Af figuren ses, at 90 % overlevelsen findes efter ca. 40 timers opbevaring for tør opbevaring, mens 90 % overlevelsen ved de øvrige testede opbevaringsformer kun er ca. 36 timer.

En sammenligning af overlevelseshorløbene for januar forsøgene (se afsnit 3.2.2) og nærværende forsøg viser en markant forskel, idet overlevelsen var væsentlig større i januar, når der ses bort fra de første ca. 24 timer, hvor overlevelsen ikke adskilte sig (fig. 27). En statistisk analyse viser, at overlevelsen (for $t > 24$ timer) var signifikant forskellig ($p = 0,008$; t-test).

Nærværende forsøg i februar blev afsluttet efter 120 timer (5 døgn), hvor der var ca. 10 % overlevende, mens overlevelsen i januar først var nede på 10 % efter ca. 180 timer (7,5 døgn).

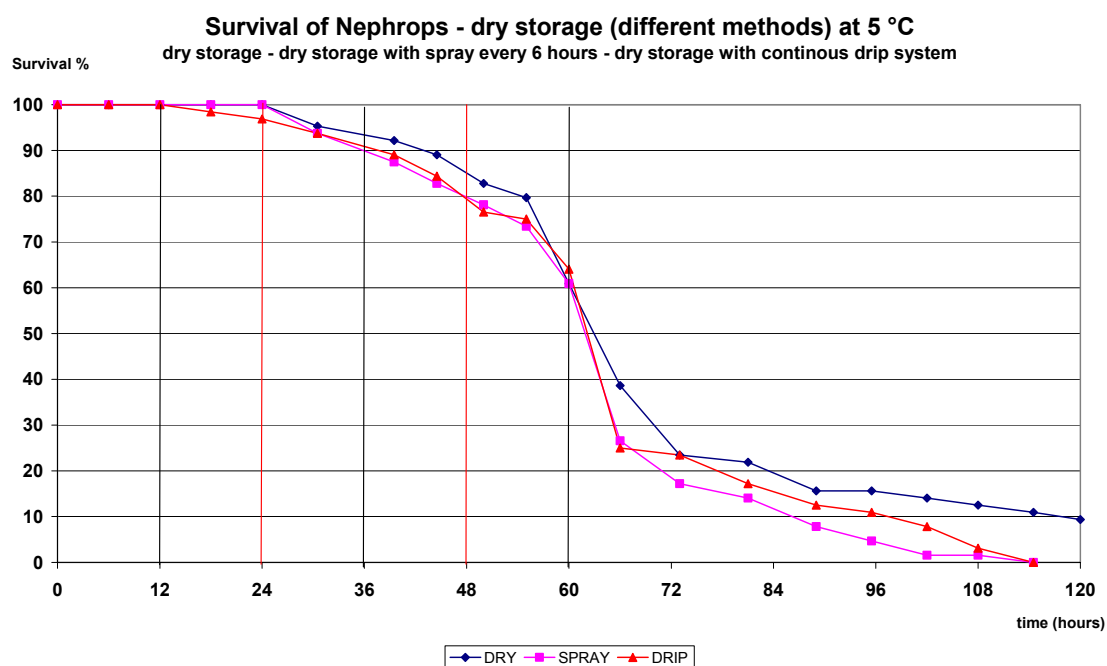


Fig. 26. Overlevelse af jomfruhummere i luft ved 3 metoder: 1. Tørt uden yderligere befugtning, 2. tørt med spraying hver 6. time og 3. tørt men kontinuert fugtet med én dråbe havvand ca. hver 4. sekund.

Fig. 26. Survival of *Nephrops* in air, with 3 different treatments: 1. Dry without any moistening, 2. dry, but with spray every 6 hours and 3. dry, but with sea water dripping every 4 seconds.

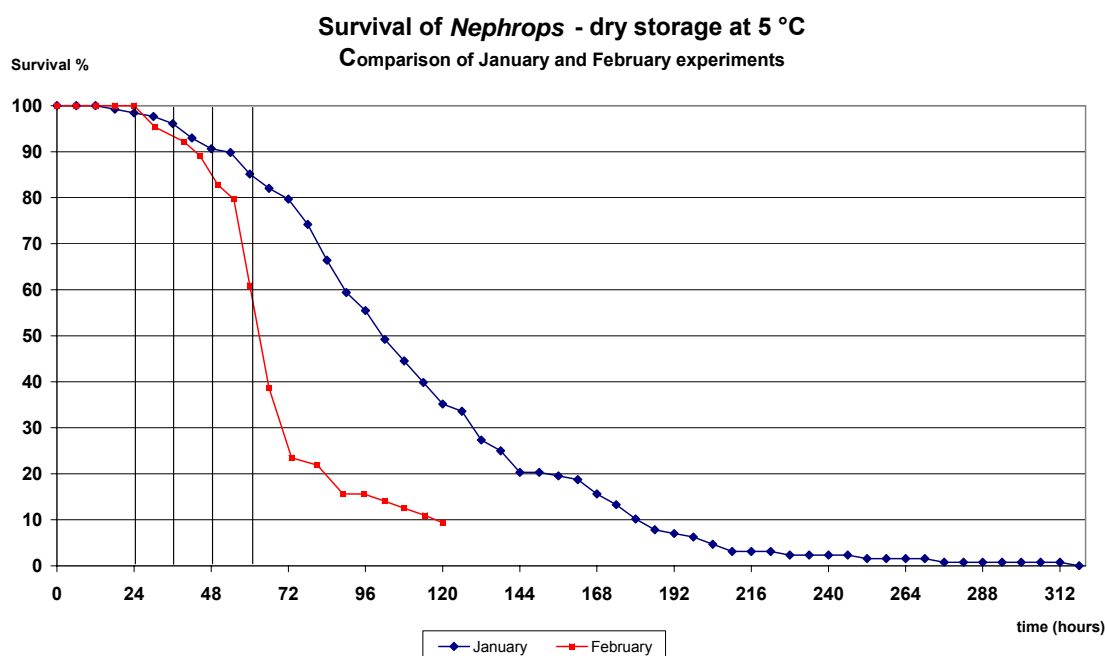


Fig. 27. Sammenligning af overlevelsen ved tør opbevaring af januar forsøgene (se afsnit 3.2.1) og februar forsøgene, beskrevet i dette afsnit. Overlevelsen var ens de første 24 timer, men herefter falder overlevelsen for hummerne i februar forsøgene markant i forhold til januar forsøgene.

Fig. 27. Comparison of survival of *Nephrops* at dry storage between January experiments (see 3.2.1) and February experiments (this section).

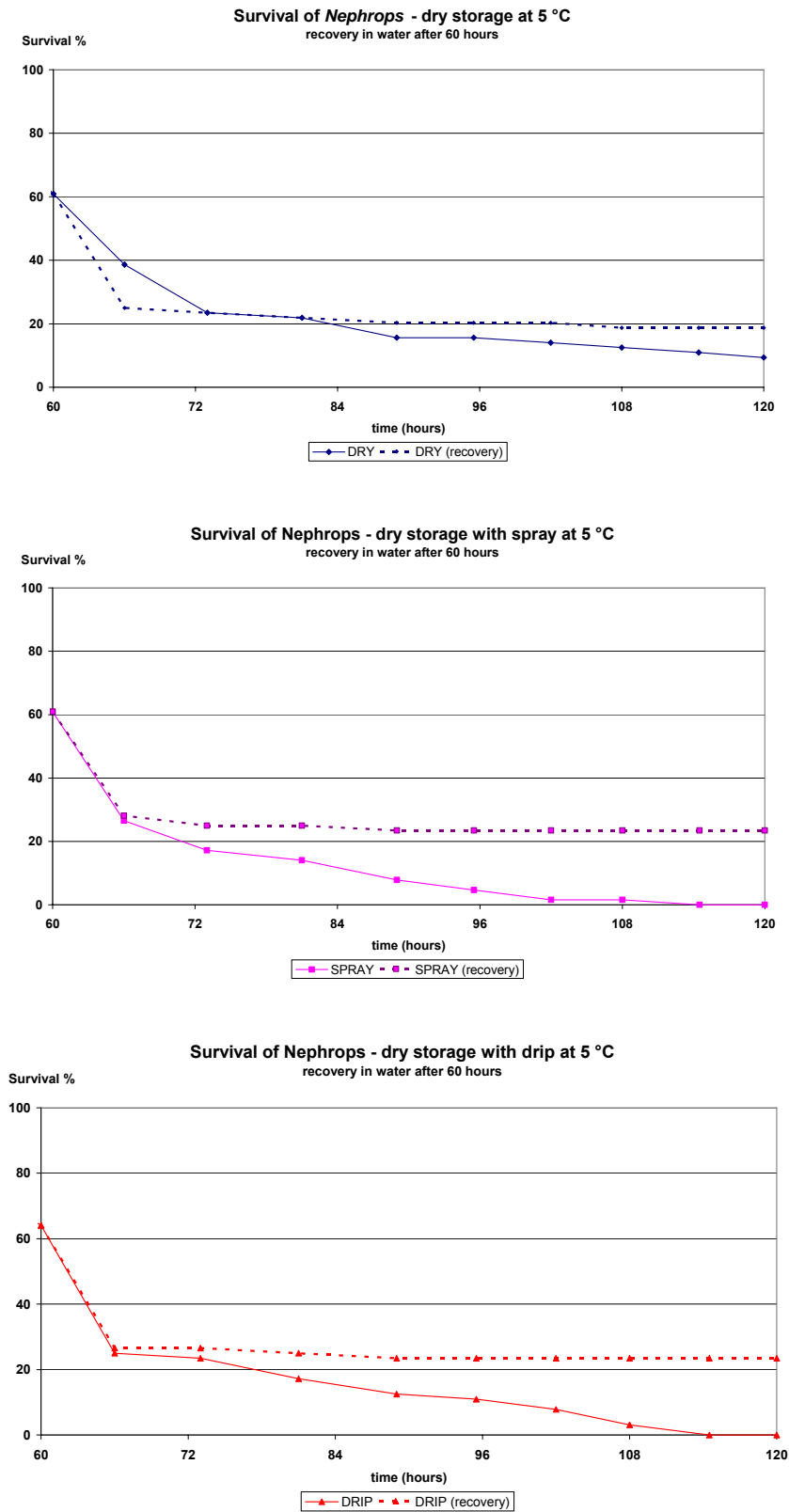


Fig. 28. Overlevelse i hhv. vand og ved tør opbevaring fra 60 timer til 120 timer for de tre undersøgte grupper i forsøgsserien: 1. tørt, 2. tørt med spray og 3. tørt med kontinuert dryp.

Fig. 28. Recovery of *Nephrops* at dry and wet storage from 60 hours to 120 hours for the three investigated groups: 1. dry, 2. dry with spray and 3. dry with continuous dripping.

Recovery

Efter 60 timer blev halvdelen af dyrene i hver af de tre grupper taget fra, og overført til rindende havvand; overlevelsen i luft var på det tidspunkt ca. 60 % for alle 3 grupper. Overlevelsen blev herefter fra $t=60$ timer til $t=120$ timer fulgt for såvel de 3 hold der blev opbevaret tørt, som de 3 hold der blev opbevaret i vand.

Overlevelseshforløbet fulgte et karakteristisk mønster, hvor dødeligheden i vand stort set fulgte dødeligheden i luft de første 6 timer, hvorefter dødeligheden i vand ophørte eller reduceredes til et lavt niveau, mens dødeligheden i luft fortsatte på et højere niveau (fig. 28). Antallet af overlevende jomfruhummere i vand efter 120 timer var for alle tre grupper ca. 1/3 i forhold til antallet efter 60 timer.

Diskussion

Tør opbevaring

Et af formålene med denne forsøgsrække var yderligere at forbedre overlevelsen af jomfruhummere ved tør opbevaring ved at befugte dyrene på forskellig måde. Det var derfor imod forventning, at overlevelsen var bedst hos de dyr, der ikke yderligere blev befugtet.

For den, der ønsker at transportere levende jomfruhummere tørt, er det til gengæld et interessant og godt resultat, at overlevelsen ikke er ringere på dyr der ikke er befugtede/overbruste, da man dermed ikke behøver at tænke på praktiske løsninger i fuldskala, der kan løse dette problem. Dels kan der være problemer med affaldsstoffer i det nedsivende vand gennem en stak kassetter. Dels kan der være problemer med selve opbygningen af den praktiske løsning. Og endelig kræver en ekstra befugtning, at man skal transportere ekstra vand med sammen med forsendelsen. Hermed er eneste krav til forsendelsen, at luftfugtigheden skal være 100 %, samt at forsendelsen holdes kølet.

Forsøgene med tør opbevaring fra januar (afsnit 3.2.2) og februar (3.2.3) blev udført ved temperaturer på 5 °C og 10 °C, hvor overlevelsen klart var bedst ved 5 °C. Det er imidlertid ikke sikkert, at 5 °C er den optimale temperatur ved tør opbevaring. Fiskeeksportør Jan Kasten, der er en af samarbejdspartnerne i nærværende ”projekt levende jomfruhummer” har af italienske samarbejdspartnere fået at vide, at 2 °C er den bedste temperatur i forbindelse med transport af levende jomfruhummere (pers. komm.). Yderligere forsøg kan fastlægge temperaturen for maksimal overlevelse af jomfruhummere ved tør opbevaring.

Når der ses bort fra de første 24 timer var overlevelsen markant højere i januar-forsøgene i forhold til februar-forsøgene (denne forsøgsrække). En mulig forklaring på dette kan være, at der til begge forsøgsrækker anvendtes stabiliserede hummere fra samme fangstdato, medio december; eftersom februar-forsøgene er udført en måned senere med ufodrede hummere end januar-forsøgene, er det muligt, at de længst fastende ikke er så hårdføre overfor længere tids tør opbevaring på grund af deres formodentlig ringere kondition. Denne forklaring understøttes også af, at overlevelsen som nævnt er omtrent ens i starten af forsøget.

Ser man på kvaliteten af de hummere, der opbevares tørt, kan man ikke undgå at observere, at en del af individerne får nekrotiske skader på bagkroppens muskler, dvs. vævshenfald af halemuskulaturen, formentlig som følge af for svigtende ilttilførsel. Fænomenet ses også på dyr, der opbevares i vand, og selvom dyrene stadig er levende, er de ”moribund” og vil som oftest dø i løbet af de nærmeste døgn. Tilstanden identificeres på, at bagkroppens muskulatur (set gennem ”hinden”

fra ventralsiden), startende fra halespidsen, bliver mælket hvid, som om proteinerne denaturerer eller koagulerer, og dyret bliver efterhånden ude af stand til at bevæge bagkroppen. Ofte vil de i denne tilstand tillige smide klørne. I et fremskredet stadie har det mælkede, nekrotiske område bredt sig frem mod forkroppen, så hele halens muskler til sidst er påvirkede.

Fænomenet er velkendt inden for krebsdyr, og har været beskrevet i årtier, fx af Lindqvist & Mikkola (1978) og Nash et al (1987); for jomfruhummere er det dog først beskrevet for nylig af Stentiford & Neil (2000). Fænomenet kaldes "Idiopathic Muscle Necrosis" (IMN), og senest har Ridgway (2007) og Ridgway et al (2007) beskæftiget sig indgående med problematikken, uden dog at have klarlagt etiologien, eller årsagssammenhængen. Der er imidlertid enighed om, at IMN ofte optræder på dyr efter udsættelse for stress grundet trawlfangst, ændringer af temperatur- og salinitet, håndtering, tør opbevaring og dårlig ernæringstilstand grundet faste (Ridgway, 2007).

Det vides ikke, hvordan fødevarekvaliteten af IMN påvirkede jomfruhummere er. Eftersom IMN i det sene stadie ofte ledsages af bakteriemia, dvs. en bakterieinfektion i hæmolympfen (Ridgway, 2007), er det ikke utænkeligt, at smagskvaliteten kan være påvirket. Ligeledes er det meget vel tænkeligt, at også holdbarheden på køl er ændret som følge af IMN.

Recovery

Overlevelsen af hummerne i denne forsøgsserie var som nævnt væsentlig ringere end i januar forsøgene, der er omtalt i afsnit 3.2.2 (se fig. 27). Det betyder, at forsøgenes resultater ikke har relevans for praktisk anvendelse, dvs. tør transport af levende jomfruhummere og efterfølgende overførsel til frisk vand på eksportmarkedet for recovery, eftersom recovery-forsøgene blev udført, da kun ca. 60 % af hummerne var i live.

Der mangler viden om overlevelsen og efterfølgende recovery efter væsentlig kortere tid, fx 12, 18, 24, 30 og 36 timer. 12 og 18 timers overlevelse og efterfølgende recovery har relevans for kortere transportstrækninger, fx af burfangede hummere fra Sverige, hvor hummerne transporteres fra Sverige til Danmark for mellemlagring og pakning, for efterfølgende at sendes tørt til markederne i Sydeuropa. Denne transport tager et sted mellem 24 og 36 timer, hvorfor det er vigtigt at kende overlevelseshforløbet i dette tidsperspektiv. Det er et af de områder, der snarest skal undersøges for at kunne begynde at eksperimentere med transporter i kommerciel målestok.

Det karakteristiske mønster i overlevelseshforløbet for hhv. tørt opbevarede og hummere opbevaret i havvand antyder, at en del af dyrene efter 60 timers tør opbevaring er "moribund", dvs. at de er døende og dødsdømte, uanset hvordan de opbevares. Kriteriet for, om hummerne i denne undersøgelse var levende eller ej, var om de bevægede sig eller ej. Der er ingen tvivl om, at såfremt de meget svage dyr blev sorteret fra, ville overlevelsen af de dyr, der efterfølgende blev overført til havvand, være meget højere.

Iagttagelsen har også relevans for kommende undersøgelser af tør opbevaring/recovery over kortere tid som nævnt ovenfor. I en eksportsituation vil det være relevant at sortere de svageste dyr fra ved ankomsten på eksportmarkedet sammen med de døde, således at kun de mest friske og livskraftige dyr overgår til videre våd opbevaring, eller recovery. Man vil dermed muligvis kunne anvende de svage dyr til fersk/iset brug. Se dog diskussion af IMN ovenfor.

3.3 Trawl-slæbetid

Under kommercielt fiskeri efter jomfruhummere bruges der almindeligvis slæbetider på mellem 4-8 timer. Hvis en jomfruhummer indfanges i trawlet umiddelbart efter at dette er sat, vil den derfor kunne opholde sig i trawlet i helt op til 8 timer. Og omvendt: Den hummer, der indfanges af trawlet umiddelbart inden det hives op har kun ganske kort tids ophold i trawlet. Dette forhold gør, at man må formode at kvaliteten af hummerne i et trawlsløb er variabel. Slæbetiden kan tænkes at have stor betydning for overlevelsen af jomfruhummerne, da de i trawlet vil være udsat for bid fra andre hummere, vedvarende forsøg på undvigelse og tryk skader fra anden fangst i trawlet. Dette fører til et øget iltforbrug og mælkesyreophobning og påvirker derfor formentlig jomfruhummernes evne til at restituere sig på kort sigt og overleve på lang sigt (Harris & Andrews 2005a, b).

Materialer og metode

Følgende forsøg stammer fra forundersøgelsen til nærværende projekt (Pedersen, 2006). Jomfruhummerne blev trawlet med slæbetider på henholdsvis 1, 2 og 4 timer pr. sejldags i alt 6 gange. For de 18 slæb var gennemsnit dybden 29 favne, med slæbehastigheder fra 2,3-2,5 knob. Fiskeriet blev udført i tidsrummet fra kl. 20 til kl. 06 og de forskellige slæbetider blev afviklet i tilfældig rækkefølge. Trawllets indhold blev tømt ombord og der blev udtaget 6-8 kilo jomfruhummer. Alle hummere, der viste blot den mindste form for liv, blev medtaget, dog blev maste dyr og jomfruhummer med tydeligt dødelige skader frasorteret. Jomfruhummerne blev nu overført til lastrummet hvor de blev opbevaret i en basket og nedsænket i en 200 l beholder med frisk, iltet havvand. Ved kajen blev jomfruhummerne overført til beholdere med frisk havvand på ladet af en bil, og kørt ca. 15 minutter tilbage til laboratoriet, hvor kun tydeligt levende hummere blev pakket enkeltvis i lodrette rum. Dødeligheden blev nu monitoreret de næste 96 timer med kontrol hver 24. time.

Resultater og diskussion

Umiddelbart efter fangst, når trawl posen tømmes ombord, var der en gennemsnitlig fangstdødelighed på $3,5 \pm 1,6$ %. Overlevelsen var knyttet til slæbets varighed på trods af stor variation inden for hvert slæb. Dødeligheden efter opbevaring ombord og efterfølgende transport varierede fra 3 til 42 % med et gennemsnit på ca. 16 % og viste sig at være uafhængig af slæbetiden. Opbevaring i anlæg (96 timer) gav dødeligheder mellem 11,1 og 68,4 % med et gennemsnit på 36 %. Her var der ingen entydig sammenhæng mellem dødelighed, opholdstid på båden og slæbelængde.

Den samlede gennemsnitlige overlevelse baseret på ovenstående lå mellem 21,2 til 73,5 % og var negativt korreleret til slæbetiden, fangstmængden og opholdstiden ombord på skibet (Figur 14). For de forskellige trawl tider gjorde det sig gældende at den højeste samlede overlevelse viste sig at være i gruppen af jomfruhummer der blev fanget ved slæb af en times varighed ($57,1 \pm 5,9$ %). For 2 og 4 timers slæb blev der fundet en gennemsnitlig overlevelse på ($51,5 \pm 6,7$ %) og ($49,4 \pm 6,7$ %) henholdsvis, se fig. 29.

Det var forventningen, at overlevelsen kunne øges betydeligt ved at nedsætte slæbetiden, hvis overlevelsen var direkte knyttet til opholdstid i trawlet. Det viste sig dog kun i mindre grad at gøre sig gældende og det var langt fra signifikant. Ridgway et al. (2006) fandt dog en signifikant forskel på overlevelse for trawl tider på henholdsvis 1 og 5 timer udført september og maj. Der viste sig at være en betydelig variation i jomfruhummernes overlevelse mellem de forskellige slæb af samme

varighed, så faktorer som: Jomfruhummernes faktiske tid i trawlet, mængde af sediment og bifangst og vejrsmæssige variationer spiller også en vigtig rolle for den samlede overlevelse.

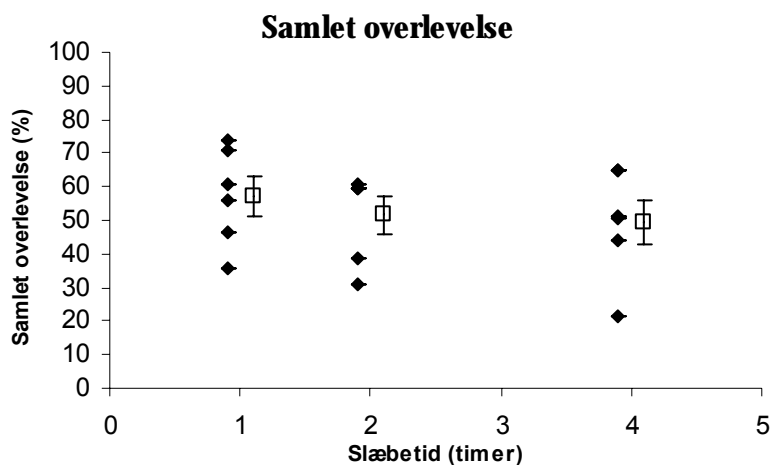


Fig. 29. Resultatet af den samlede overlevelse (fangst, opbevaring og transport, samt mellemlagring i 4 døgn på landbaseret anlæg) angivet som funktion af slæbetid. Gennemsnitlig samlet dødelighed er 52,7 %. Lukkede symboler repræsenterer værdier fra enkeltforsøg (N=18), mens åbne symboler angiver gennemsnit; ($y = 58 - 2,3x$; $R^2 = 0,05$). Bemærk flere datapunkter overlapper hinanden. Fra Pedersen (2006).

Fig. 29. Results of survival from all factors: Trawling, storing on vessel, transport and storing for 4 days in land-based vivier tanks – as a function of trawling time. Mean mortality is 52,7 %. Closed symbols represents values from single experiments (N=18), while open symbols represents mean; ($y = 58 - 2,3x$; $R^2 = 0,05$). Note overlaps on several datapoints. From Pedersen (2006).

Konklusion

Der blev kun fundet en marginal effekt på jomfruhummernes overlevelse af at nedsætte slæbetiden fra 4 til henholdsvis 2 og 1 time. Slæbetider af samme varighed viste en stor variation i jomfruhummernes overlevelse, hvilket tyder på at andre faktorer udover selve slæbetiden har betydning for jomfruhummernes overlevelse. Ridgway et al.(2006) fandt dog en signifikant forskel på antallet af levedygtige jomfruhumme ved trawltider på hhv. 1 og 5 timers varighed. Det er en kombination af mange faktorer, der afgør, hvor en stor del af jomfruhummerne der er fri for skader, og som derfor kan pakkes og landes levende.

Anbefaling

Da Jomfruhummerne sorteres, og kun uskadede og levende dyr pakkes, har slæbetiden ikke den helt store betydning for overlevelsen af de dyr, der frasorteres til levende håndtering. Vil man imidlertid maksimere antallet af overlevende jomfruhumme, vil en kortere slæbetid bidrage til dette. I Skotland anbefales kortere slæbe tider på omkring 2-2½ time, når der skal landes levende jomfruhumme.

3.4 Skader og overlevelse

Den hyppigste skade (> 50 %) blandt de hummere, der dør inden 8 dage fra fangst, er bid på halens underside, der er blød og derfor nem at "punktere". Samtidig er netop skader på dette sted svære at opdage, når hummerne inspiceres om bord på båden efter fangst. Manglende ben er næst hyppigste skade blandt de dyr der dør; jo flere ben der mangler, jo større er sandsynligheden for at de dør. Selvom manglende ben ikke i sig selv er livstruende, kan det være et indicium for en hård medfart undervejs fra fangst til udsortering.

3.4.1 Skader på jomfruhummere i denne undersøgelse

I forbindelse med undersøgelsen af dødeligheden af jomfruhummere som følge af opbevaringstemperatur m.v., blev de døde dyr undersøgt for skader, foruden de overlevende dyr efter forsøgets afslutning. I mange tilfælde fandtes flere forskellige skader på det enkelte individ, og i mange tilfælde var det tydeligt, at det var fysiske skader der havde direkte betydning for, om den enkelte jomfruhummer overlevede.

Materialer og metoder

Jomfruhummere fra 6 togter (11 slæb) i perioden 31. oktober – 12. december 2007 blev holdt i gennemstrømmende havvand ved konstant temperatur i en periode på ca. 8 døgn fra fangsten. Døde individer undersøgtes for skader, såvel som de overlevende efter 8 døgn. Skaderne kategoriseredes i flg. grupper: Ingen skader, bid abdomen ventralt (bagkroppens bugside), bid abdomen dorsalt (bagkroppens rygside), manglende ben, manglende kloben, bid på thorax ("hovedskjold") og brækket pandetorn (rostrum). Ud over disse skader er der enkelte skader, der ikke er medtaget, da de forekommer så sjældent, fx bid i haleviften. Der indgik 1744 dyr (ca. 150 kg.) i undersøgelsen.

Resultater

Fig. 30 viser i grafisk form resultaterne af undersøgelsen. Af de dyr, der *ingen* synlige skader havde, var hyppigheden 3,6 gange så stor for de dyr der var i live efter 8 døgn i forhold til gruppen af døde hummere.

Og omvendt: For samtlige registrerede skader var hyppigheden størst blandt gruppen af døde hummere, i forhold til gruppen af hummere, der overlevede i 8 døgn.

Den hyppigst forekommende skade på de døde hummere var bid på abdomens ventralside. Her fandtes 3,1 gange så mange med denne skade blandt de døde hummere i forhold til de hummere, der var i live efter 8 døgn. Bid i abdomens dorsalside var meget sjældnere, og fandtes 3,6 gange så hyppigt i gruppen af døde dyr i forhold til gruppen af overlevende.

Manglende ben var næst hyppigste skade, men for denne skade var der ikke særlig stor forskel for gruppen af døde dyr i forhold til gruppen af overlevende; blandt gruppen af døde dyr var der således 1,6 x så mange med manglende ben som i gruppen af overlevende.

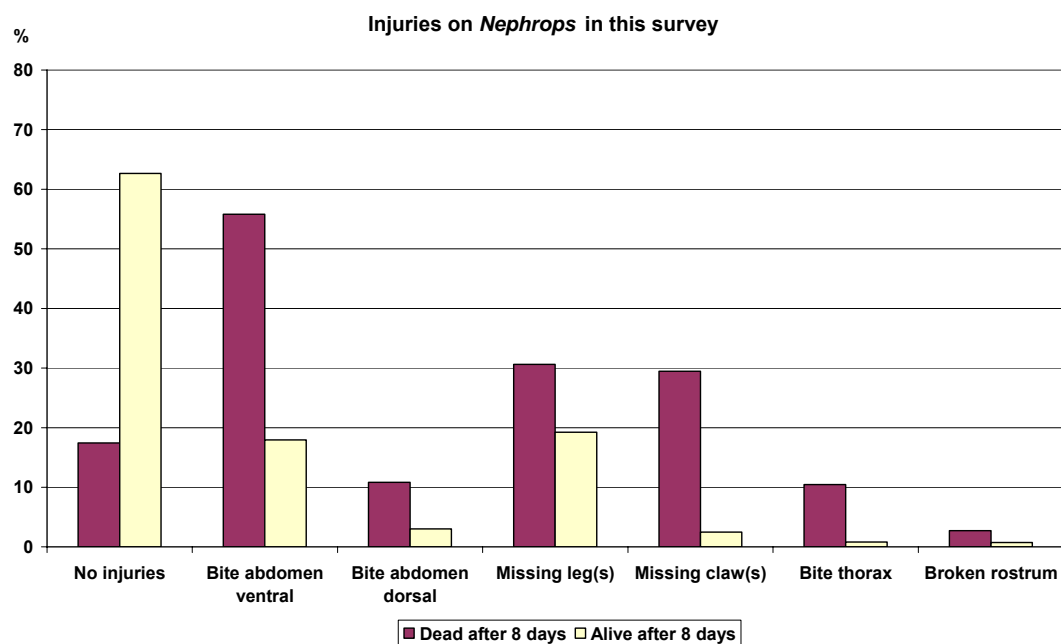


Fig. 30. Resultater af undersøgelse af 1744 jomfruhummere for skader.

Fig. 30. Results of examination of 1744 *Nephrops* for injuries.

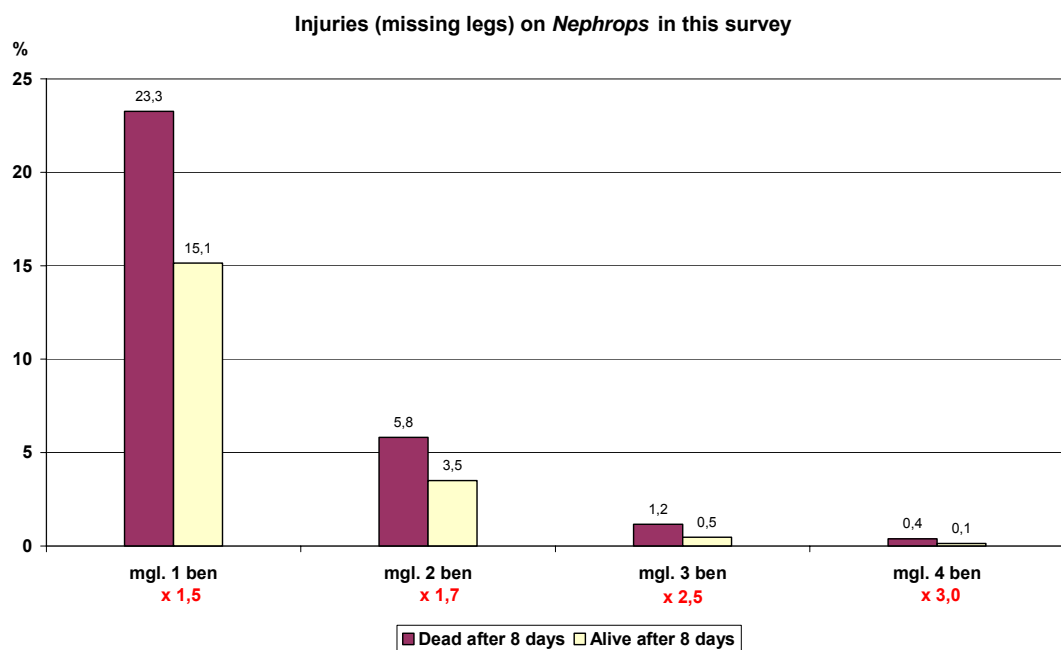


Fig. 31. Oversigt over skaden ”manglende ben”, opgjort efter hvor mange ben der mangler, blandt gruppen af hummere, der er døde efter 8 dage, i forhold til hummere, der er i live efter 8 dage. Røde tal under graferne (x 1,5 osv), se teksten nedenfor.

Fig. 31. ”Missing legs”, - Figures shows, how many percent of dead or alive *Nephrops* after 8 days which are missing 1 to 4 legs. For explanation on the red figures under the graphs, see text below.

Sammenligner man, hvor stor en procentdel der mangler ét ben af de hummere, der er døde inden for 8 dage, i forhold til hummere der er i live efter 8 dage, ses det af fig. 31, at forholdet er 1,5x, mens de tilsvarende forholdstal for manglende 2, 3 og 4 ben er hhv. 1,7x, 2,5x og 3,0x. Der er altså en tendens til, at der blandt de hummere, der dør inden for de første 8 dage, er forholdsvis flere med manglende ben end blandt de hummere, der er i live efter 8 dage.

Manglende kloben var en skade, hvor der var meget stor forskel på døde og levende dyr, idet denne skade blandt gruppen af døde hummere forekom 11,8 gange så ofte som i gruppen af overlevende hummere. Skønt bid i thorax var mindre hyppig end foregående skade, så var skaden endnu mere skævt fordelt; skaden fandtes 12,9 gange så hyppigt blandt de døde dyr i forhold til gruppen af dyr, der overlevede i 8 døgn. Endelig er manglende pandetorn skævt fordelt, med en forekomst på 2,7 % og 0,7 % i grupperne af hhv. døde og overlevende hummere.

Diskussion

Det er tydeligt, at kun få (17 %) af de døde dyr er uden synlige skader, mens de fleste (63 %) af de levende dyr er uden skader. Fysiske skader er således en vigtig faktor for overlevelsen. Derfor er det meget vigtigt, at de dyr, der udvælges til pakning for levendehåndtering, bliver udvalgt med meget stor omhu. Som det fremgår af afsnit 3.5.1, hvor overlevelsen af hvad to uøvede pakkere og en øvet pakker undersøges, så betyder erfaring og gode inspektionsforhold (lys, rindende vand m.m.) rigtig meget.

Den hyppigste skade på de døde hummere er bid i abdomens ventralside. På halens underside er der kun en hindeagtig barriere mellem bløddelene og omgivelserne, og der skal ikke meget til at prikke hul heri, hvilket medfører tab af hæmolymfe og mulighed for infektioner. Og det kan være svært at se, om der er skader på dette sted, da et hul i den hindeagtige overflade er svært at opdage, hvis ikke forholdene er helt perfekte. Derfor skal der fokuseres meget på at opdage skader på bagkroppens underside.

Skader på bagkroppens dorsalside er meget sjældnere. Grunden hertil er dels, at udover at bagkroppens hårde dorsalside er meget mere modstandsdygtig overfor bidskader end ventralsiden, så er disse skader også lettere at se for den, der sorterer dyrene.

Da forskellen mellem forekomsten af manglende ben for hhv. døde og levende hummere er relativt lille, må det antages at denne skade har mindre betydning for overlevelsen. Imidlertid er der en tendens til, at andelen af dyr med manglende ben er stigende, jo flere ben der mangler, blandt gruppen af hummere, der dør inden for 8 dage, sammenlignet med gruppen af hummere der overlever 8 dages perioden.

Den store forskel på forekomsten af manglende kloben for hhv. døde og levende hummere viser, at dette er en god indikator for overlevelsespotentialen. Når der pakkes hummere med henblik på levende håndtering, så tager vi ideelt set kun perfekte dyr fra, dvs. dyr med 2 kloben. Vi har talrige gange oplevet, at dyr, der har det dårligt, ligefrem kan afstøde et kloben, og tit ryger der et kloben af, når skadede dyr efterses ved de daglige inspektioner. Et frisk dyr kan derimod tilsyneladende ikke kaste et kloben.

Bid i kropsskjoldet (thorax) er en skade, der er meget sjældent forekommende hos dyr, der overlever 8 dages perioden (0,8 %), mens antallet af døde dyr med denne skade er mange gange større (10,5 %). Derfor er denne skade vigtig at fokusere på for dem, der sorterer med henblik på

levende salg; heldigvis er skader på thorax forholdsvis lette at erkende, da skjoldet er hårdt og revner/bid derfor forholdsvis lette at opdage.

Ridgway et al. (2006) undersøgte forekomsten af skader ved kort (1 time) og lang (5 timers) slæbetid forår og efterår, og fandt at forekomsten af svært skadede individer var størst ved lange slæbetider om foråret. Forekomsten af bløde individer meget hyppigere (ca. 90 %) om foråret i forhold til om efteråret (<2 %), og det er nærliggende at antage, at hummerne er mere udsatte for skader i forårsperioden, hvilket kan afhjælpes ved at nedsætte slæbetiden på den årstid.

Først noget henne i løbet af perioden, hvor vi arbejdede med undersøgelse af hummerne for skader, blev vi opmærksomme på forekomsten af ”hvide haler”, der er tegn på nekrose i halens muskler, og som kaldes IMN (”Idiopathic Muscle Necrosis”), se afsnit 3.2.3. Da vi ikke var opmærksomme på fænomenet i begyndelsen, valgte vi helt at se bort fra denne skade, men der er ingen tvivl om, at IMN bør have stor bevågenhed i det videre arbejde med levende håndtering af jomfruhummere, da dyr med IMN symptomer formentlig er døende (”moribund”); endvidere kunne vi konstatere, at mange af dyrene med IMN symptomer havde en dårlig lugt. Hvorvidt denne lugt skyldtes en bakterieinfektion, der er typisk i et fremskredent IMN forløb, som beskrevet af Ridgway (2007) og Ridgway et al. (2007), vides ikke. Men et faktum er det, at næsen er god at bruge, når kvaliteten skal vurderes. Ridgway et al. (2007) fandt i øvrigt, at forekomsten af IMN for skotske trawlfangede jomfruhummere var 38 %, estimeret 2 dage efter fangst. Uden at have belæg for det, da vi ikke har noteret fundene, er forekomsten af IMN hos de jomfruhummere, som vi har undersøgt, noget mindre. Årsagen hertil er nok, at vores sortering på båden var langt bedre, end hvad Skotterne præsterer, idet Ridgway (2007) angiver tal for frasorterede hummere (døde og døende) 2 dage efter fangst på 26-33 % for små hummere og 38-47 % for mellemstore og store hummere.

3.4.2 Overlevelse efter påførte skader

I forsøgene med overlevelse ved forskellige temperaturer observerede vi et typisk forløb, hvor dødeligheden var lav de første ca. 3 døgn, hvorefter den største dødelighed fandtes fra dag 3-6. I perioden herefter var dødeligheden meget lav (se fig. 15).

For at vide, hvordan dyrene reagerer i forhold til en given skade, blev der iværksat et forsøg, hvor et antal dyr blev skadet, og hvorefter overlevelsen blev fulgt i en 12 dages periode.

Materialer og metoder

Forsøget blev afviklet i perioden 27. november 2007 - 9. december 2007. Til forsøget blev anvendt stabiliserede jomfruhummere, fanget den 14.-15. november 2007.

Følgende skader blev påført dyrene:

Kassette 1

Kontrol:	14 ind.
1 stik i abdomen, dorsalt:	14 ind.
1 stik i abdomen, ventralt:	14 ind.
2 stik i abdomen, ventralt:	14 ind.
<u>3 stik i abdomen, ventralt:</u>	<u>14 ind.</u>
Total	70 ind.

Kassette 2.

Kontrol:	14 ind.
1 ben afklippet	14 ind.
2 ben afklippet	14 ind.
<u>3 ben afklippet</u>	<u>14 ind.</u>
Total	56 ind.

Forsøget blev ved 2 forskellige temperaturer: 5 °C og 10 °C, således at det samlede antal dyr, der indgik i undersøgelsen, var $2 \cdot (70 + 56) = 252$ individer.

Skaderne blev påført dyrene således: Stik blev foretaget med en skarpslebet skruetrækker med en bredde på 3 mm. Et stop på instrumentet gjorde, at stikskaden blev lige dyb, nemlig 4mm. Den dorsale stikskade blev foretaget midt på 1. abdominalleds dorsalside, mens de ventrale stikskader, blev foretaget på følgende steder. 1 stik midt på 2. abdominalleds ventralside, 2 stik midt på 1. og 2. abdominalleds ventralside, mens 3 stik blev foretaget på midt på 1.-3. abdominalleds ventralside. Det var karakteristisk, at der sprøjtede hæmolymfe ud ved ”punkteringen”. Afklipning af ben blev foretaget med en saks på 1. – 3. ben nær basis (i samme side). Temperaturen måltes og blev evt. korrigeret en gang dagligt.

Resultater

Tabel 7 a-b. Data for forsøget med påføring af skader og efterfølgende 12 døgns overlevelse. **Tabel 7 a** viser antal overlevende dyr i % for 5 °C forsøget, mens **tabel 7 b** viser antal overlevende dyr i % for 10 °C forsøget. Alle dyr i undersøgelsen var stabiliserede i 2-4 uger.

Table 7 a-b data for injury experiments at 5 °C (**table 7 a**) and 10 °C (**table 7 b**). Figures in table shows survival %. Top row: control (no injury), 1 puncture abdomen dorsal, 1 puncture abdomen ventral, 2 puncture abdomen ventral, 3 puncture abdomen ventral, control, 1 leg removed, 2 legs removed, 3 legs removed and temperature at the inspections. All animals in this survey were stabilized for 2-4 weeks.

Tab. 7 a (5°C)	Kontrol %	1 Stik D %	1 Stik V %	2 Stik V %	3 Stik V %	Kontrol %	- 1 Ben %	- 2 Ben %	- 3 Ben %	Temp °C
27-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
28-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	93	5,2
29-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	93	5,0
30-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	86	5,0
01-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	86	5,2
02-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	86	5,0
03-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	86	5,0
04-dec	100	93	93	100	93	100	100	100	79	5,1
05-dec	100	93	93	100	86	100	100	100	79	5,2
06-dec	100	93	93	100	86	100	100	100	79	5,1
07-dec	100	93	93	100	86	100	100	100	79	missing
08-dec	100	93	93	100	86	100	100	93	79	5,0
09-dec	100	93	93	93	86	100	100	93	79	5,1

Tab. 7 b (10 °C)	Kontrol %	1 Stik D %	1 Stik V %	2 Stik V %	3 Stik V %	Kontrol %	- 1 Ben %	- 2 Ben %	- 3 Ben %	Temp °C
27-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
28-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	100	9,8
29-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,2
30-nov	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,0
01-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,1
02-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	100	9,9
03-dec	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,0
04-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	10,0
05-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	10,2
06-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	10,3
07-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	missing
08-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	10,0
09-dec	100	100	100	93	100	100	100	100	100	9,9

Ved begge temperaturer fandtes ingen døde i kontrolgruppen. Der var kun få døde hummere blandt dem, der var påført skader, og klart flest ved 5 °C. Middel overlevelsen var 93 % ved 5 °C, mens middel overlevelsen ved 10 °C var over 99 %.

Ved 5 °C var den laveste overlevelse blandt dyr med 3 afklippede ben (3 døde ud af 14, svarende til 79 %), dernæst dyr med 3 stik ventralt (2 døde ud af 14 stk. = 86 %), efterfulgt af 4 grupper med ens overlevelse, nemlig dyr med 1 stik i abdomen dorsalt, 1 stik i abdomen ventralt, 2 stik i

abdomen ventralt og dyr med 2 afklippede ben (alle med 1 dødt individ ud af 14), mens dyr i gruppen med 1 ben afklippet ikke havde døde individer.

Ved 10 °C var der kun 1 dødt individ fra gruppen med 2 stik i abdomens ventralside (93 % overlevelse), mens individerne i de øvrige grupper alle overlevede.

Temperaturen i forsøgsperioden var hhv. $5,08 \pm 0,09$ og $10,04 \pm 0,15$ (middelværdi \pm SD af daglige målinger)

Diskussion

Det er overraskende, at den største dødelighed fandtes i gruppen, der fik afklippet 3 ben. Som det fremgår af 3.4.1 var der nemlig kun ringe forskel på overlevelsen af hummere med manglende ben, uanset om det var fra gruppen af døde hummere eller fra gruppen af overlevende hummere. En opgørelse af døde og levende hummere med manglende ben blandt de 1744 undersøgte dyr fra overlevelsesforsøgene viste dog, at den andel af døde hummere steg med antallet af manglende ben, hvilket passer med resultaterne af undersøgelsen af effekterne af påførte skader.

Det var på forhånd forventet, at dyr med bidskader på bagkroppens ventralside havde en markant højere dødelighed, jfr. resultaterne fra 3.4.1. Ved 10 °C fandtes der da også døde individer med skader i alle disse grupper, mens der ved 5 °C kun var en enkelt død hummer i gruppen med 2 stikskader.

Det er markant, at der i forsøget ved 5 °C kun fandtes 1 dødt individ, mens der ved 10 °C fandtes 9 døde. En mulig forklaring kan være, at dødeligheden indtræder hurtigere ved den højere temperatur. Det betyder, at resultatet i givet fald ville have været ens for de to temperaturer, såfremt forsøget havde forløbet over længere tid.

Forsøget med påføring af skader på dyrene kan ikke direkte sammenlignes med forholdene på båden, hvor bidskaderne formentlig i overvejende grad opstår, mens hummerne ligger tørt i fangstbunken ved sorteringsbordet. Her griber dyrene fast i alt hvad de kan få fat i. Forskellen er således dels, at dyrene i forsøget med påførte skader straks blev sat enkeltvist ned i kassetten med ruminddeling, hvor de til dels var fikserede i deres bevægelser. Når dyrene ikke bevæger sig, så presses der kun ringe mængder hæmolymfe ud af sårene, i forhold til et dyr der frit kan bevæge sig og ved flexende bevægelser med halen må antages at presse store mængder hæmolymfe ud af såret. En anden forskel på forsøget og ”de virkelige betingelser” i fangstbunken ved sorterebordet er, at kassetten straks blev nedsænket i vand, således at udsivende kropsvæske (hæmolymfe) måske er reduceret i forhold til under tørre forhold i fangstbunken. Det at der blev brugt stabiliseret jomfruhummer der ikke var stressede har afgjort haft en betydning for overlevelsen. Hvis hummerne havde været stressede med forhøjet niveau af mælkesyre og stresshormoner ville dette givet, have ført til en højere dødelighed da jomfruhummerne så også skulle bruge energi på at håndtere stressen udover de fysiske skader.

Skulle forsøget eftergøres, vil det være relevant at lade dyrene ”tail-flippe” kraftigt, efter at de er påført skaderne, for bedre at simulere de faktiske forhold under fiskeriet.

3.5 Udsortering

3.5.1 Udsortering/pakning af levende jomfruhummere - individuelle forskelle i evnen til at identificere skadede dyr

En væsentlig faktor er evnen til at identificere skader på hummerne. Forsøg viste, at når øvede personer frasorterer jomfruhummere, kan den efterfølgende overlevelse nå op over 90 % til sammenligning med uøvede folk, der kun opnåede under 70 % overlevende jomfruhummere. Foruden træning i sortering er det vigtigt, at have gode lysforhold og skyllevand til brug for inspektionen.

Når fangsten tømmes ombord på båden, og udsortering til enkeltrum i kassetter påbegyndes, er der mange forhold der påvirker den endelige overlevelse. Det er meget vigtigt at det er de helt rigtige jomfruhummere der udvælges og pakkes, dvs. dyr der ikke har skader. Pakkes der for mange skadede dyr, der ikke overlever perioden frem til forsendelse, vil de fleste af disse dyr være tabt; da havde det været bedre, om de blev udsorteret til den fraktion, der blev solgt som fersk iset vare, idet denne kvalitet dog repræsenterer en god værdi.

Hvert trawl-slæb er unikt, og derfor gør en række forskellige forhold sig gældende fra slæb til slæb. Mængden af mudder, fisk og anden bifangst påvirker udsorteringen og kvaliteten af denne.

Endelig er der den menneskelige faktor, der også kan bidrage betydeligt til overlevelsen af de pakkede jomfruhummere. Forskelle fra person til person i evnen til at se, hvilke jomfruhummere der er skadede eller ej, varierer meget. Erfaring og træning udligner denne forskel, så med tiden vil den enkelte fisker vide præcis, hvilke jomfruhummere der kan pakkes til levendehåndtering, hvilket i sidste ende vil øge den endelige overlevelse.

Materialer og metoder

Til undersøgelsen sammenlignedes overlevelsen af jomfruhummere, der blev pakket af 3 forskellige personer/pakkere. Alle 3 pakkere blev nøje instrueret i, kun at tage levende dyr uden synlige skader, ligesom de blev instrueret i, hvor og hvordan typiske skader viste sig.

Udtag og endelig pakning skete på 2 måder:

1. Direkte udtag fra fangsten, hvor en kassette blev placeret umiddelbart ved siden af fiskeren ved sorterebordet. Her tog fiskeren jomfruhummere direkte fra fangstbunken og pakkede dem i kassetten uden nogen form for skylning i vand så evt. skader nemmere ville være at opdage. Fiskeren der foretog denne pakning var uøvet.
2. Den anden form for udtag foregik ved, at en fisker stod ved sorterebordet og foretog den almindelige sortering af fangsten. Hvad der lignede levedygtige jomfruhummere, blev smidt bagud til et lavt kar med 10 cm frisk havvand i bunden. Fra dette kar udtog en fisker (uøvet pakker) og en biolog (øvet pakker) jomfruhummere og pakkede dem i kassetter. Tydeligt skadede dyr blev ikke pakket til levende landing, men lagt til fersk landing. Hver person pakkede 49 jomfruhummere og medtog efter bedste evne kun dyr, der ikke havde synlige skader. Alle tre blev instrueret i kun at pakke de dyr, som de mente kunne overleve, - uanset den tid der blev brugt til forsøget.

Efter pakning blev kassetterne med jomfruhummerne nedsænket i havvand ved ca. 10 °C i kar i lasten. I havn blev kassetterne med jomfruhummere overført til kar på ladet af en bil og kørt 45 minutter tilbage til laboratoriet, hvor de blev overført til en container og nedsænket i vand ved 9 °C frisk havvand. Her blev de kontrolleret hver 24. time; døde dyr blev fjernet, og skader registreret.

Resultater

Der var stor forskel på jomfruhummernes overlevelse i den undersøgte 10 dages stabiliseringsperiode, idet der i kassetten pakket af den øvede var en overlevelse på 92 %, mens der i hver af kassetterne fra de to uøvede pakkere kun var en overlevelse på 67 % (fig. 32).

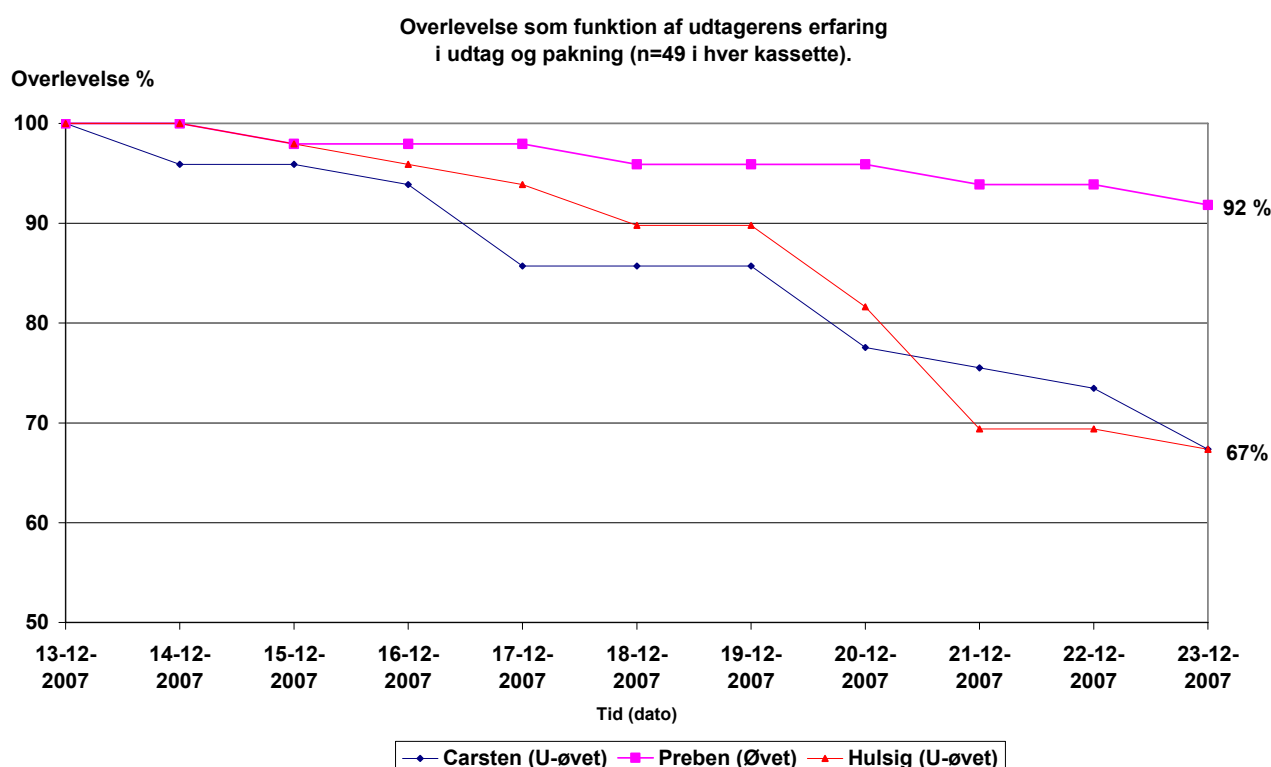


Fig. 32. Overlevelse af jomfruhummere pakket af 3 forskellige personer (én øvet og 2 uøvede) over en 10 dages periode. Hver person pakkede 49 stk.

Fig. 32. Survival of *Nephrops*, packed by 3 different persons: 1 skilled and 2 non-skilled over a 10 days period. Each person packed 49 specimens.

Det var tydeligt, at overlevelsen af de frasorterede hummere øgedes med den tid der blev brugt til sortering/pakning. Fig. 33 viser overlevelsen som funktion af pakketiden for de tre pakkere. Overlevelsen af dyr pakket af den øvede pakker var væsentligt over middel i forhold til, hvad der i øvrigt blev opnået i denne undersøgelse (ca. 86 %), men til gengæld tog det også klart længst tid (31 minutter), svarende til 95 dyr/h. Hurtigste pakketid blev foretaget af den ene af de uøvede pakkere, der pakkede direkte fra fangstbunken (15 min., 67 % overlevelse – 196 dyr/h), mens den anden uøvede pakker stod ved siden af den øvede pakker og tog 25 minutter om pakningen, med en overlevelse på 67 % (118 dyr/h).

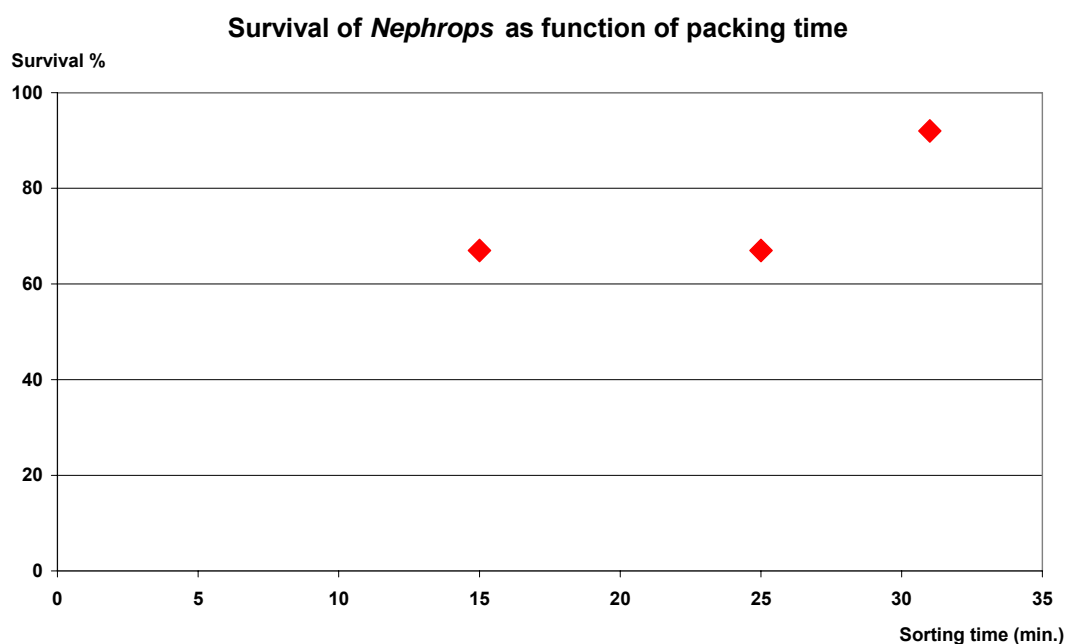


Fig. 33. Overlevelse af jomfruhummere (efter 10 dage) som funktion af pakketiden.

Fig. 33. Survival of *Nephrops* (10 days experiment) as function of packing time.

Diskussion

Den store forskel i overlevelsen for de to grupper (øvet og uøvet) skyldes utvivlsomt, at den øvede pakker er meget bedre til at identificere skader på hummerne. Øvede pakkere bør kunne sortere og pakke hummere, så overlevelsen efter 8-9 dage er oppe mod 85-90 % under de bedste forhold som i dette tilfælde i december måned.

Den ringe overlevelse for de hummere, som de uøvede sorterede og pakkede, kan sammenlignes med, hvad en uøvet person sorterede og pakkede i maj 2007 (afsnit 3.2.1), hvor overlevelsen efter 8 døgn var faldet til under 40 % af den initiale mængde (fig. 18). Når overlevelsen i maj indsamlingen var så ekstraordinær ringe, skal det nævnes, at hummerne ikke havde været i vand i perioden fra pakning, over den tørre transport fra Skagen til Hirtshals, til overførsel til det recirkulerede system med 10 graders vand i Hirtshals, hvilket var en periode på ikke under 4 timer. Dette, sammenholdt med at temperaturerne i maj var væsentlig højere end i december, samt at luftfugtigheden i maj formentlig var væsentlig lavere end i december har gjort, at overlevelsen var så ringe som tilfældet var.

Det skal bemærkes, at den uøvede fisker, der pakkede hummere direkte fra fangstbunken, havde lige så stor overlevelse som den uøvede fisker, der pakkede hummerne fra det lave kar med vand (samme position som den øvede benyttede). Det betyder, at sidstnævnte uøvede fisker ikke havde fordel af muligheden for at skylle dyrene for lettere at kunne identificere skader.

I forsøget var der en tydelig sammenhæng mellem overlevelse og pakketid. Den øvede tog længst tid af de tre pakkere, men havde også en væsentlig bedre overlevelse end de to uøvede pakkere. Pakningen af de 49 hummere af den øvede på 31 minutter (95 dyr/h) viser ikke de reelle billede af, hvor lang tid det tager at pakke hummere, da formålet med forsøget var at sammenligne øvede og uøvedes evne til at identificere skader, uanset tiden det tog. Ved forsøget til klarlægning af overlevelse i forhold til opbevaringstemperaturen (afsnit 3.1.1) var 2 mand ca. 1 time om at pakke 4

kassetter á 49-64 dyr, dvs. at hver mand i middel pakkede ca. 115 dyr/h. Bag dette tal ligger ganske megen ventetid, hvor vi ventede på at få ”leveret” hummere til det kar som vi pakkede fra. Pakning af dyr direkte fra fangstbunken vil helt sikkert øge antallet af pakkede dyr i timen i forhold til dette tal. Et kvalificeret bud på hvor meget en øvet pakker kan behandle under gunstige betingelser med optimale lysforhold og muligheder for skylning af dyrene ved rindende vand vil nok ligge på mindst 200 dyr/time, svarende til over 20 kg/time. Dette tal skal ses i forhold til den merpris, som levende hummere vil kunne indbringe: Er merprisen for levende hummere fx 20 kr./kg, vil timelønnen for pakning være over 400 kr./time.

3.5.2 Udsortering (betydning af sorteringstiden)

Jomfruhummere lever normalt i et meget stabilt miljø, hvor de aldrig kommer blot i nærheden af at forlade deres naturlige element, havets bløde mudderbund på dybder fra ca. 30 m til adskillige hundrede meter. Under fangst og efterfølgende sortering bliver jomfruhummerne eksponeret for luft i typisk 3-4 timer, inden de endelig bliver udsorteret, pakket og igen nedsænket i havvand. Oppe af vandet klapper jomfruhummernes gæller til en vis grad sammen, så optagelse af ilt og måske også udskillelse af ammoniak må formodes at hæmmes betydeligt, hvilket formentlig resulterer i øget stress. Den tid, der går, fra jomfruhummerne udsættes for luft, når trawlet tømmes i fangstbunken, til senere opbevaring i havvand, kunne derfor tænkes at have indflydelse på den endelige overlevelse. Hertil kommer det faktum, at de enkelte jomfruhummere, der ligger i fangstbunken, også er mere udsatte for bidskader fra andre hummere, jo længere tid der går. Dermed falder andelen af jomfruhummere, der kan pakkes (levende) til efterfølgende opbevaring og salg som levende jomfruhummere.

I dette forsøg beskæftige vi os udelukkende med overlevelsen af hummere i en 9 dages periode, efter først at have været ude af vand i varierende tid, fra $t = 0$ minutter til $t = 360$ minutter (6 timer).

Materialer og metoder

Materialet til dette forsøg stammer fra 1. slæb den 13. december 2007. Umiddelbart efter, at fangsten i trawlet blev tømt ombord på båden (dæktemperatur ca. 7°C), blev der udtaget og pakket 14 jomfruhummere, der straks blev nedsænket i havvand (9°C) til tiden $t=0$ minutter. Denne procedure blev gentaget ca. hvert kvarter, så længe sorteringen af fangsten stod på, hvilket varede ca. $2\frac{1}{2}$ time. Herudover blev der pakket yderligere 2×14 hummere efter $2\frac{1}{2}$ time; disse hummere blev placeret i luft ved ca. 9°C i lastrummet. Af disse blev 14 hummere nedsænket i havvand 4 timer efter, at trawlet blev tømt, og de sidste 14 hummere 6 timer efter, at trawlet blev tømt.

I havn igen blev jomfruhummerne i deres kassetter overført til lukkede isolerede kar og transporteret tørt de ca. 50 km tilbage til laboratoriet, en tur der varede ca. 45 minutter. I laboratoriet i Hirtshals blev kassetterne med hummere overført til kar med gennemstrømmende, frisk havvand (9°C).

Jomfruhummerne blev efterfølgende kontrolleret hver 24. time over en 9 dages periode, og døde dyr blev fjernet og registreret for skader.

Resultater og diskussion

Tabel 8 viser nøgledata fra forsøget. Der blev i forsøget anvendt 13×14 hummere, i alt 182 dyr. Venstre del af tabellen indeholder luft- og vandtemperaturer, pH værdier og tidsdata. Højre del af tabellen viser antallet af døde hummere i den efterfølgende 9 dages periode i laboratoriet, og hvordan dødeligheden fordelte sig tidsmæssigt og fra hvilke forsøgsbetingelser på båden. I alt blev der registreret 18 døde hummere i løbet af overvågningsperioden på 9 dage, svarende til 10 %.

Som det fremgår af 4.1 vil der altid være en vis dødelighed, efter at hummerne er bragt i land til videre opbevaring. Selvom hummerne er inspiceret efter bedste evne for at undgå at medtage skadede dyr, vil der altid være en del, der dør, som oftest på grund af skader der ikke opdages under sorteringen på båden. Det relative antal af døde hummere i en stabiliseringsfase på 8-9 dage efter fangst afhænger af en række faktorer (se 4.1), men det må anses som rimeligt, at overlevelsen efter

denne stabiliseringsfase er på 85-90 % eller derover. I dette forsøg var den samlede overlevelse på 90,1 %.

Tabel 8. Nøgledata fra forsøget ”udtag over tid”, der viser fysisk-kemiske parametre under forsøget, samt et overblik over fordelingen af dødelighed i forsøgsperioden. Fangstdato 13-12-2007.

Table 8. Key data from the exposure in air on deck experiment. The right side in the table shows the distribution of dead individuals in the experimental period.

Time	time deck	temp water	pH	Nos.	temp air	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	SUM
	min.	°C			°C										
11:31	0	9,0	8,02	14											0
11:46	15	9,0	8,02	14								1			1
11:58	27	9,0	8,02	14		1	1								2
12:14	43	9,0	7,97	14											0
12:29	58	9,0	7,95	14			2								2
12:45	74	9,0	7,92	14									1		1
12:59	88	9,0	7,91	14	6,7									1	1
13:13	102	9,0	7,88	14	6,7				1	1	1				3
13:29	118	9,0	7,85	14	6,8										0
13:44	133	9,0	7,82	14	7,1	1									1
13:59	148	9,0	7,78	14	6,9									1	1
15:30	239	8,9	7,62	14	9		1								1
17:30	359	8,9	7,47	14	9	1		1	2	1					5
SUM				182											18

Spørgsmålet er nu, om dødeligheden er afhængig af tiden, som hummerne har opholdt sig på dækket, dvs. om der er større dødelighed for de hummere der har opholdt sig længst tid i luften. Plottes antallet af døde hummere op mod tiden på dæk uden vand ses der en meget svag positiv korrelation ($R^2 = 0,3338$), se fig. 34 nedenfor. En beregning af Spearman Rank Correlation Coefficient $r_s = 0,194$ viser dog ikke overraskende, at korrelationen ikke er signifikant.

Det kan umiddelbart overraske, at overlevelsen efter stabilisering er så høj (> 90 %), som den vitterligt er. Herunder er opsummeret hvad hummernes har været udsat for under forsøget:

- Ca. 8 °C bundtemperatur (oprindeligt miljø)
- Ca. 7 °C lufttemperatur på dæk (0-2½ time)
- Ca. 9 °C lufttemperatur i lastrum (0-3½ timer)
- Ca. 9 °C vandtemperatur i lastrum (ca. 2 timer)
- Ca. 5-7 °C lufttemperatur under transport fra Skagen til Hirtshals (ca. 45 minutter)
- Ca. 9 °C vandtemperatur i kar i Hirtshals (9 døgn)

Af ovenstående ses, at temperaturerne under forsøget har været forholdsvis lave, og ikke varierede meget.

Som det fremgår af afsnit 3.2.2 (Overlevelse ved tør opbevaring) er jomfruhummere faktisk i stand til at overleve ganske længe i luft, blot basale ting som især høj luftfugtighed og kølige omgivelser er opfyldt. Der er ingen tvivl om, at ophold i luft påvirker overlevelsen, men inden for en tidshorisont på 6 timer og med kølige omgivelser og høj luftfugtighed er overlevelsen altså ikke ringere end for dyr der er pakket hurtigt og efterfølgende overført til koldt vand efter fangst.

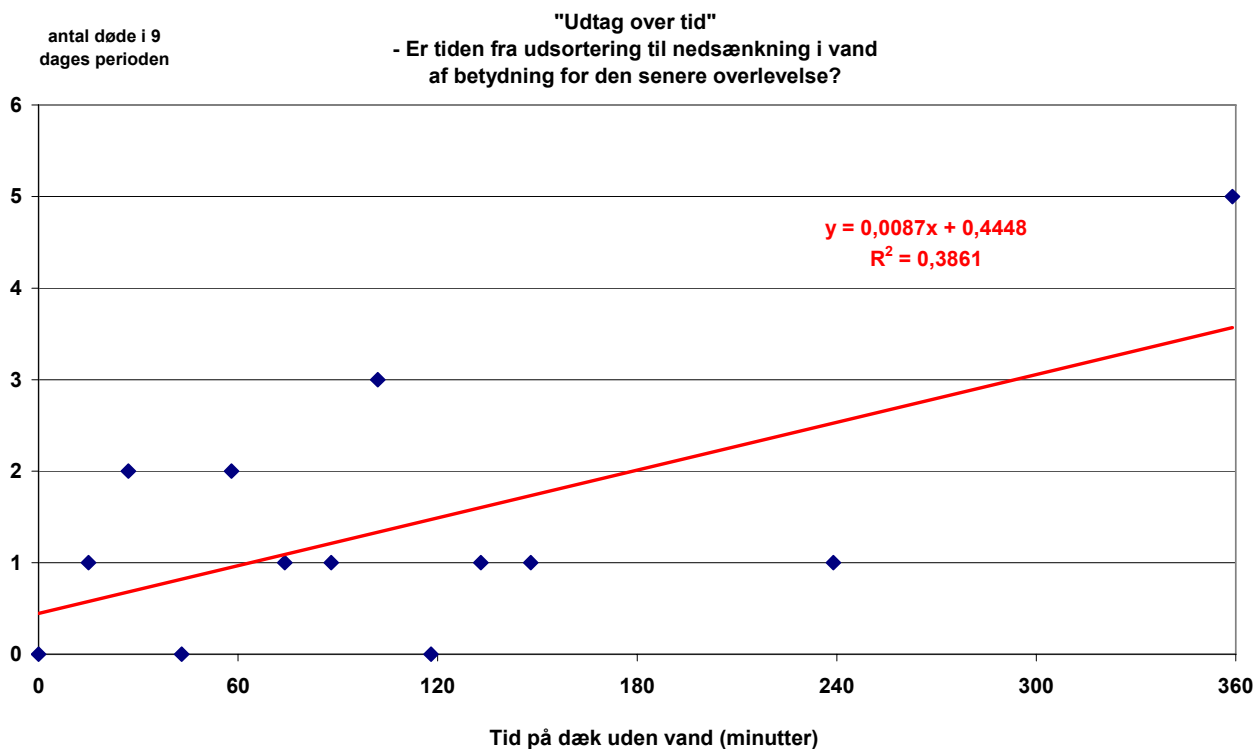


Fig. 34. Korrelationen mellem tid på dækket og antallet af døde hummere i den efterfølgende 9 døgns periode. Bedste rette linje er indtegnet. Korrelationen er ikke signifikant.

Fig. 34. Number of dead lobsters in the 9 days stabilizing period as a function of time on deck. The very weak positive correlation is not significant.

I Skotland har Ridgway (2007) undersøgt sammenhængen mellem lufttemperaturen, vindstyrken og dødeligheden af trawlfangede hummere til levende eksport. Han fandt en stærkt signifikant ($p < 0,001$) negativ korrelation mellem middel lufttemperaturen og overlevelse af jomfruhummere, mens vindstyrken ikke var korreleret med overlevelsen.

Konklusion og anbefaling

Om vinteren er der således et stort tidsmæssigt spillerum for pakning af hummere efter fangst. Men forholdene skifter hen mod forårs- og sommerperioden, hvor der er høje temperaturer på dækket, og grundet varmen en langt lavere luftfugtighed. Her skal man være meget mere påpasselig med at få pakket dyrene hurtigt, og efterfølgende overført til bådens opbevaringskar. Det er derfor vigtigt at følge temperaturen nøje, således at man kan tage sine forholdsregler. Det er ikke undersøgt, i hvilket område den kritiske temperatur og luftfugtighed ligger, men det skønnes forsigtigt, at temperaturen skal være under 10-12 grader på dækket, for ikke at få forøget dødelighed under sortering/pakning. Luftfugtigheden kan hæves ved at overbruse hele fangstbunken under sorteringen. Er man oppe i det kritiske område, bør man overføre kassetterne med pakkede hummere til bådens opbevaringskar, eller i det mindste overbruse dem indtil de overføres til opbevaringskarrene.

3.6 Betydning af vandets salinitet for overlevelsen

Jomfruhummere findes typisk i havområder, hvor saliniteten er over 28-30 ‰, da de i vand med lavere salinitet svulmer op på grund af osmose og ikke menes at kunne kompensere ved at udskille det overskydende vand, med stor dødelighed til følge. Svenske undersøgelser har vist, at der kan opstå skader ved saliniteter under 28 ‰.

Problemet med lave saltholdigheder kan eventuelt være af betydning i sydlige Kattegat, hvor overfladevandet kan have saliniteter ned under 20 ‰. Ellers aftager risikoen ud gennem Skagerrak, hvor saliniteten kun undtagelsesvist kunne være et problem.

Tages der vand ind til køletankene i områder med lav salinitet, kan jomfruhummerne blive udsat for vand med for lav salinitet i adskillige timer, hvilket kan påvirke overlevelsen.

Vi har ikke selv foretaget forsøg med effekten af varierende salinitet. I dette afsnit samles derfor hovedtræk af den kendte viden om varierende saltholdigheds indvirkning på jomfruhummere.

Fysiologisk kan *Nephrops norvegicus* karakteriseres som marin stenohalin, dvs. at arten ikke kan tolerere saltholdigheder under en vis grænse, og det er foreslået, at udbredelsen er begrænset til saltholdigheder på over 29-30 ‰ (Poulsen, 1946).

I Skagerrak og navnlig Kattegat er saliniteten ned gennem vandsøjlen sjældent konstant; det typiske billede, specielt om sommeren, viser en lav salinitet nær overfladen, der skarpt stiger ved springlaget ("haloklinen") i typisk 10-20 meters dybde, for under springlaget at være høj og næsten konstant (fig. 36 og 37). Når det forholder sig sådan skyldes det, at store mængder ferskvand fra Østersøen, der fødes af floder over store dele af Polen, Rusland, Finland og Sverige, flyder ud gennem de danske bæltter mod Atlanterhavet. Det ferske vand er lettere end saltvand og flyder derfor så at sige ovenpå det salte oceanvand, der til gengæld glider den modsatte vej langs bunden, ind gennem bæltterne mod Østersøen, eftersom det salte vand er tungere end ferskvand.

Målinger har vist, at saliniteten i overfladen over haloklinen i det sydlige Kattegat hele året varierer mellem 15-25 ‰, mens saliniteten gradvist øges op gennem Kattegat og ud gennem Skagerrak, hvor saliniteten i overfladen er 17,5-33 ‰, afhængigt af årstiden. Den laveste salinitet i overfladen optræder typisk om foråret og sommeren (april-juli), hvor store mængder smeltevand føres ud gennem floderne, mens afstrømningen i eftersommeren og hen over efteråret gradvist reduceres. Om vinteren er store mængder vand i afstrømningsområdet låst som is, hvorfor udstrømning af ferskvand er reduceret (Harris & Ulmestrand, 2004).

Der findes kun få studier af, hvordan lave saliniteter påvirker jomfruhummere. Harris & Ulmestrand (2004) har udført en række forsøg for at klarlægge overlevelsen af discardedede jomfruhummere på steder med lav saltholdighed i overfladen, nemlig i Kattegat øst for Anholt. I forsøgene simuleredes den påvirkning, jomfruhummere blev udsat for under fiskeri, hvor dyrene fra det salte bundvand blev ført op gennem det mindre salte overfladelag, op på dækket i luften under sortering, og endelig i perioden efter at de var smidt tilbage i havet.

Studier af praktisk fiskeri viste, at det typiske forløb var således: Trawling foregik ved fuld salinitet (ca 33 ‰), trawlets ophold i overfladen ved 15 ‰ (15 °C) varede 10 minutter, middel opholdstiden på dækket (15 °C) varede 90 minutter, nedsynkning gennem den øvre vandsøjle med lav salinitet (15 °C) varede 6 minutter.

Resultaterne af forsøgene kan kort opsummeres således: Kropsvægten øgedes hurtigt, idet hæmolymfen fortyndedes ved osmotisk optagelse af vand. Svømmeevnen (udtrykt ved evnen til at "tail-flippe") blev nedsat efter at de igen kom tilbage til fuldstyrke saltvand, - men mange viste dog senere recovery, dvs at de var i stand til at komme sig. En kontrolgruppe, der havde været ude for samme behandling, blot ikke udsat for de lave saliniteter, viste god overlevelse, mens gruppen, der havde været udsat for lave saliniteter, havde en mortalitet på 25-42 %.

Estimer af dødeligheden af discardedede jomfruhummere på 75 % (ICES, 1997), skønnes at være signifikant højere i områder med lave saliniteter i overfladen. Følgende tiltag blev foreslået taget i anvendelse for at reducere dødeligheden af discardedede hummere i områder med lave overfladesaliniteter:

- Bedre størrelsesselektive redskaber
- Reducere tiden hvor trawlet er i overfladen ved at øge slæbehastigheden
- Reducere tiden hvor dyrene er på dækket (da de stadig har vand af lavt salinitet i gællehulen)
- Placere dyr til senere udsæd i koldt, fuldstyrke saltvand under sortering.

Et andet studie af effekten af ophold i havvand med lavt saltholdighed er udført i forbindelse med "Projekt Kvalitetskræfta" ved TMBL (Tjärnö Marinbiologiska laboratorium) under Göteborgs Universitet (TMBL, 2007). I "Projekt Kvalitetskræfta" arbejdes der med levende håndtering og salg af burfangede hummere i den svenske skærgårdskyst, hvor problemerne med skader på dyrene er minimale i forhold til trawlfangede hummere som i vores projekt. Derimod er lave saliniteter et fænomen, der optræder hyppigt indenskærs, hvor skærgården giver god beskyttelse mod cirkulation af vandmasserne på grund af strøm, vind og bølger. Det betyder, at der opstår et stærkt springlag, der adskiller de dybe og overfladenære vandlag. Saliniteten kan blive ganske lav, samtidig med at overfladetemperaturen er høj.

I forsøgene blev overlevelsen af hummere fulgt efter at være oversprøjtet med fortyndet saltvand med koncentrationer på 20, 24, 28 og 32 ‰, ligesom vægtforandringerne umiddelbart efter, og efter en restitutionsperiode i fuldstyrke saltvand, blev målt.

Dødeligheden var høj for hummere der var sprinklet med lave saliniteter, nemlig 50 % ved 20 ‰ og 25 % ved 24 ‰, og dødeligheden steg med opholdstiden (hhv. 2 og 4 timer) i vand med lav salinitet. Ved 28 og 32 ‰ var dødeligheden meget lav (6 %) i forhold til kontrolgruppen, og der var ingen forskel i dødeligheden i forhold til opholdstiden. Vandoptaget var stort ved 20 og 24 ‰ (op til 10-15 %). Ved 28 ‰ var den ca. 5 % og 2 % ved 32 ‰. Vægtøgningen var stadig til stede efter 2 og 24 timer ved sprinkling med 20 og 24 ‰ saltvand, mens vægten reduceredes og kom tilbage til det oprindelige niveau allerede efter 2 timer ved sprinkling med 28 ‰.

En forsøgsrække, hvor man kontinuerligt fulgte vægtforandringerne på 8 hummere efter at have nedsænket dyrene i vand af forskellige saltholdigheder var der 100 % dødelighed inden for 24-48 timer ved 20 og 24 ‰, mens kun en enkelt hummer døde efter 8 timers nedsækning i 28 ‰ vand. Ved 34 ‰ var der ingen døde hummere.

De svenske forsøg viser, at man skal være meget påpasselig med, at saliniteten er tilstrækkelig høj. De svenske resultater viser, at allerede ved 28 ‰ er der en svag effekt af saliniteten på dødeligheden, og at endnu lavere saliniteter er katastrofale. I Skagerrak og Kattegat omkring Skagen er saliniteten som regel tilstrækkelig høj til, at denne faktor ikke påvirker dødeligheden, men jo længere man kommer ned i Kattegat, jo større er risikoen for at finde lave saliniteter i de overfladenære lag. Og en lang periode med stille og stabilt vejr kan være årsag til, at springlaget

(haloklinen) bliver skarpt, så saliniteten i overfladen kommer ned under den ”magiske grænse” på 28-30 ‰, også oppe i Skagerrak.

TMBL forsøgene viste, at de største dødeligheder ved lave saliniteter fandtes ved total nedsækning i vand, mens oversprøjtning med vand ikke havde helt så dramatisk en effekt. Vi anser imidlertid oversprøjtning med vand som en mindre god metode til opbevaring/restituering af nyfangede hummere fra trawlfangst, da man nemt kan løbe ind i problemer med ammonium, hvis vandet recirkuleres. Recirkuleres vandet ikke, så tager det mere plads op at oversprøjtte fangsten, da der i det tilfælde skal installeres en buffertank til køling af vandet, der benyttes til oversprøjtning. Og endelig kan det anføres, at i tilfælde af lave saliniteter er det lettere at justere saliniteten i et par fyldte kar, end i en buffertank, der kontinuert tappes af til oversprøjtning.

På fig. 35 nedenfor ses en række stationer, hvor DANA i 2005 har undersøgt vandkvaliteten ned gennem vandsøjlen med en CTD, der er et multi-instrument, der sænkes ned mod bunden, og undervejs måler en lang række parametre såsom salinitet, temperatur, iltindhold, ledningsevne, lysindstråling, vægtfylde, fluorescens m.m. (fig. 35).



Fig. 35 CTD'en (Conductivity-Temperature-Depth) er ved at blive klargjort inden den bliver sænket ned gennem vandsøjlen

Fig. 35. The CTD (Conductivity-Temperature-Depth) is inspected before it is lowered towards the sea bottom.

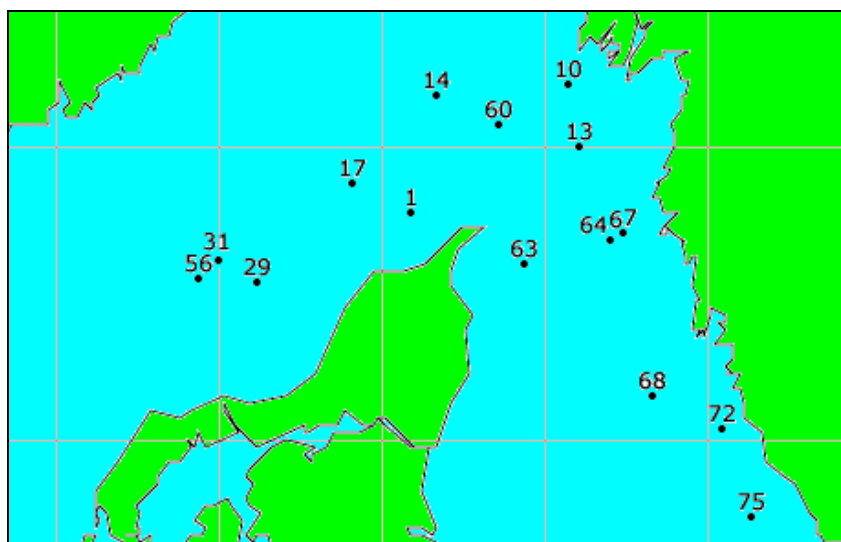


Fig. 36. Kort over Kattegat-Skagerrak med angivelse af udvalgte DANA stationer 2005, togt 4 (juni-juli).

Fig. 36. Map showing Kattegat-Skagerrak with selected DANA 2005, cruise 4 stations marked.

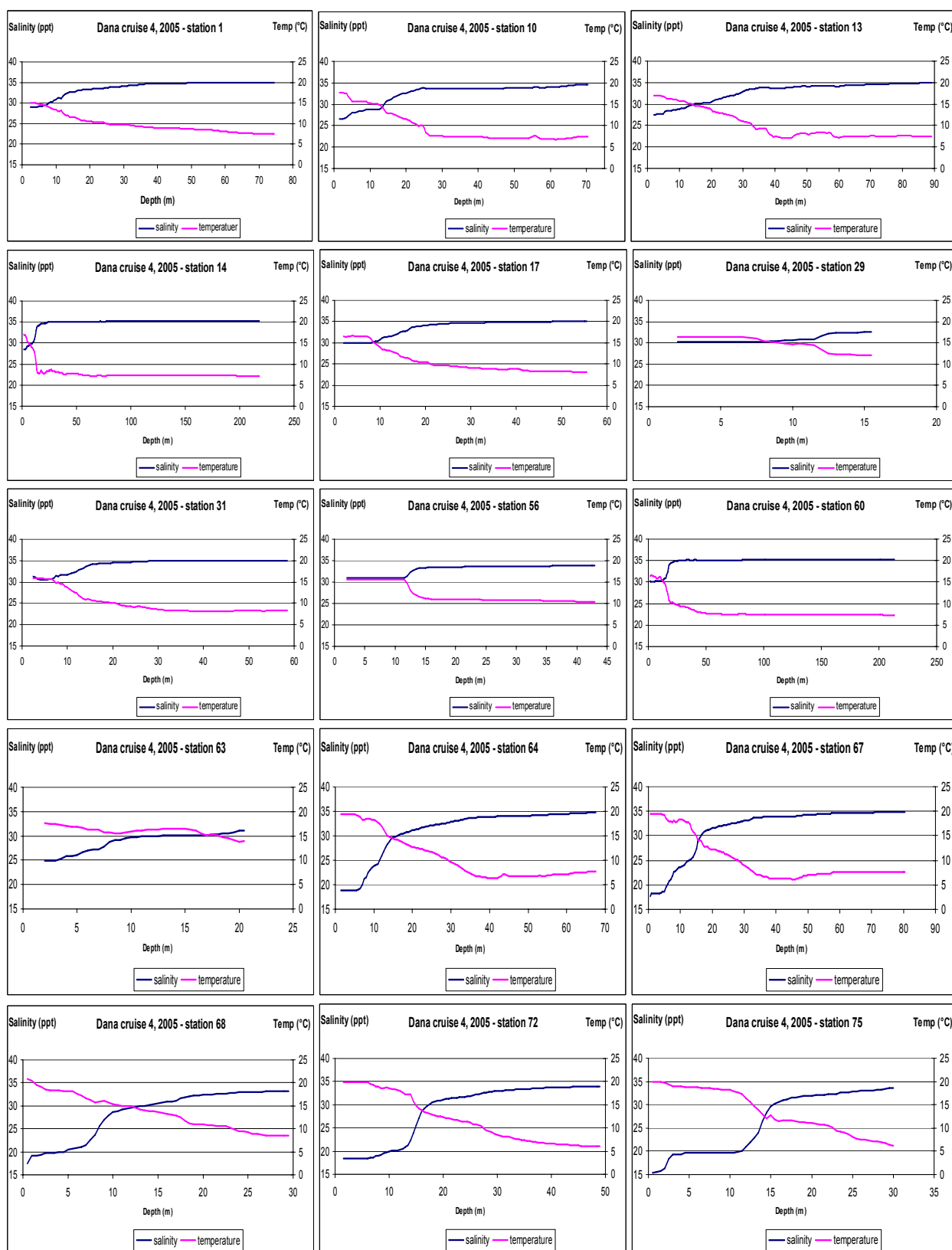


Fig. 37. CTD data for salinitet og temperatur fra Kattegat og Skagerrak (DANA, 2005 togt 4) i perioden 30-6 til 10-7-2005. Stationernes positioner fremgår af fig. 36.

Fig. 37. CTD data for salinity and temperature from Kattegat and Skagerrak (DANA 2005, cruise 4) in the period june 30 to july 10, 2005. Positions of the stations, see fig. 36.

Tabel 9. CTD data for Kattegat og Skagerrak (DANA, 2005 togt 4) i perioden 30-6 til 10-7-2005. Felter markeret med gult betegner en salinitet på ≤ 29 ‰.

Table 9. CTD data for Kattegat and Skagerrak (DANA 2005, cruise 4) in the period June 30 to July 10, 2005. Yellow markings shows salinity ≤ 29 ‰.

Station No	Date	Salinity ‰		Temperature °C		Δ temp. °C Surf.-Bott.	Depth
		Surface	Bottom	Surface	Bottom		
1	30-6-2005	29,0	35,0	15,1	7,5	7,6	74,5
10	1-7-2005	26,6	34,7	17,7	7,5	10,2	70,5
13	2-7-2005	27,5	35,0	17,0	7,5	9,5	89,0
14	2-7-2005	28,4	35,2	17,2	7,1	10,1	218,0
17	2-7-2005	30,0	35,0	16,4	8,1	8,3	55,5
29	4-7-2005	30,2	32,6	16,4	12,1	4,3	15,5
31	4-7-2005	31,2	35,0	15,8	8,3	7,5	58,5
56	7-7-2005	31,0	33,9	15,6	10,5	5,1	43,0
60	8-7-2005	30,2	35,2	16,5	7,3	9,2	213,0
63	8-7-2005	24,9	31,0	17,6	14,0	3,6	20,5
64	8-7-2005	18,7	34,8	19,5	7,7	11,8	67,5
67	9-7-2005	17,7	34,8	19,5	7,7	11,8	80,5
68	9-7-2005	17,5	33,1	20,9	8,5	12,4	29,5
72	9-7-2005	18,4	33,9	19,9	6,1	13,8	49,0
75	10-7-2005	15,4	33,6	19,9	6,3	13,6	30,0

Selvom problemerne med lav salinitet er størst i det sydlige Kattegat og op langs svenskekysten, kan man altså sagtens komme ud for, at de også kan optræde langt ud i Skagerrak. Saliniteten er nem at måle med et refraktometer, og det er også nemt at justere niveauet i bådens opbevaringstanke ved tilsætning af salt. Desværre er det svært at undgå eventuelle skader, forårsaget ved at fangsten i en periode inden den løftes ombord på båden bliver udsat for lav salinitet i overfladen. Dette kan til dels reduceres ved at være opmærksom på problemet og sørge for at reducere tiden, hvor trawlet er i overfladen. Værre er det med oversprøjtning af fangstbunken med vand, for tages dette fra spuleslangen, kan hummerne i uheldige tilfælde være udsat for vand med for lavt saltindhold i flere timer.

I første omgang vil det være oplagt at undersøge problemets omfang ved at måle saliniteten i overfladen gennem fx et år, og finde ud af hvor og hvornår den i givet fald kan udgøre et problem. Viser det sig, at det er et problem, kan man evt. overveje at benytte opsaltet, kølet havvand fra den ene af bådens opbevaringstanke til overbrusning.

3.7 Udskillelse af ammonium

Overskydende kvælstof udskilles i form af ammonium, der afhængigt af især vandets surhedsgrad indgår i ligevægt med ammoniak, der er giftig selv i lave koncentrationer. Udskillelsen af ammonium/ammoniak fra jomfruhummerne var proportional med temperaturen, stressniveauet og foderstatus, således at fastede og ustressede dyr ved lav temperatur (5 °C) havde den laveste udskillelse, mens fodrede, stressede dyr ved høj temperatur (15 °C) havde den højeste udskillelse. Forskellen på de to ekstremer var en faktor 15.

Det blev vurderet, at ammoniak kan påvirke overlevelsen for stressede dyr ved høje temperaturer (10 °C og derover) ved opholdstider på over ca. 5 timer i belastede systemer med forholdet vand: hummer mindre end 10:1.

Introduktion

Krebsdyr udskiller overskydende kvælstof fra ikke-udnyttede bestanddele i føden og fra stofskifteprocesserne, i form af enten ammonium, urinstof eller urinsyre. Der er generel enighed om, at de fleste krebsdyr hovedsageligt udskiller kvælstofforbindelser i form af ammonium, mens udskillelsen af urinstof og urinsyre er af mindre betydning (se fx Claybrook, 1983; Hagerman et al, 1990).

Ammonium er en forbindelse, der afhængigt af det omgivende vands surhedsgrad (pH) findes i en relativt ugiftig ammonium-form (NH_4^+) ved lavt pH, dvs. surt vand, i ligevægt med en meget giftig ammoniak-form (NH_3) ved højt pH, dvs. basisk vand.

Ved pH omkring 8, der er typisk for havvand, er kun en meget lille del ovre på den giftige ammoniak-form. Ud over pH har temperaturen også indflydelse på, hvor stor en del af total-ammonium der findes på den giftige ammoniak-form (NH_3), idet højere temperaturer forrykker ligevægten af ammonium (NH_4^+) mod den giftige ammoniak-form NH_3 (Emerson et al., 1975). Også saliniteten påvirker ligevægten mellem NH_4^+ og NH_3 , idet ligevægten ved øgede saliniteter forskydes mod højre. Ved øgede saliniteter findes der således forholdsvis mindre mængder på den giftige NH_3 -form (FDEP, 2001).

Hagerman et al. (1990) fandt en ekskretionsrate for *Nephrops norvegicus* ved 10 °C på 0,16 μM $\text{NH}_4\text{-N}$ /h*kg, hvilket svarer til ca. 2,24 mg TAN/h*kg. For at fastslå, hvor stor en mængde ammonium jomfruhummere udskiller ved forskellige temperaturer, blev der foretaget en række forsøg til klarlægning af dette spørgsmål.

Materialer og metoder - Forsøg med akklimatiserede dyr i laboratoriet.

8 ufodrede og 8 fodrede jomfruhummere (middelvægt ca. 63 g) blev hver især anbragt i et beluftet akvarium (indeholdende 5,00 liter rent havvand) uden vandtilførsel. De ufodrede dyr havde fastet i mindst 6 døgn, mens de fodrede dyr havde fået tilbudt føde i form af kogte muslinger i perioden indtil umiddelbart før forsøgets start.

En 10 ml vandprøve blev udtaget i perioden fra tiden $t=0$ timer til tiden $t=48$ timer med stigende interval, således: $t=0\text{h}$; 1h; 2h; 4h; 8h; 12h; 16h; 20h; 24h; 30h; 36h og $t=48\text{h}$. Efter hver prøvetagning blev prøverne nedfrosset ved -18 °C for senere analyse. Samtidig med vandprøverne måltes pH og temperatur i akvarierne med et håndholdt Mettler "Toledo" pH-meter, mens iltindholdet i akvarierne måltes med en Oxyguard iltmåler.

Forsøgsrækken blev gennemført ved 3 forskellige temperaturer: 5 °C, 10 °C og 15 °C.

Vandprøverne analyseredes for total-ammonium-N (TAN) ved hjælp af en fotometrisk metode, beskrevet i Dansk Standard, og modificeret af Andersen et al. (u.å).

Resultater - Forsøg med akklimatiserede dyr i laboratoriet

Ammonium-udskillelsen var proportional med temperaturen. Fodrede dyr (med fyldt mave-tarmsystem) udskilte større mængder ammonium end ikke-fodrede dyr med tomt mave-tarmsystem (Fig. 38-40 og tabel 10). Udskilningsraterne for fodrede/ikke fodrede dyr var signifikant forskellige ved 5 °C ($p=0,003$), ved 10 °C ($p=0,001$) eller ved 15 °C ($p=0,001$), parret t-test.

Forsøgsrækken viste, at udskilningsraten af TAN var størst i begyndelsen af forsøgene, hvorefter den gradvist reduceredes og efter ca. 8 timer var rimeligt konstant.

Ved 5 °C var den maximale (initiale) udskilningsrate per time hhv. 3 mg TAN/h*kg og 6 mg TAN/h*kg for ufodrede og fodrede dyr, mens udskilningsraten i middel var hhv. 0,75 mg TAN/h*kg og 1,75 mg TAN/h*kg for ufodrede og fodrede dyr i perioden fra 8h til forsøgets afslutning ved 48h (Fig. 40 a).

Ved 10 °C var den maximale udskilningsrate af TAN ca. 5 mg/h*kg og 7,5 mg/h*kg for hhv. ufodrede og fodrede dyr, mens udskilningsraten i middel var hhv. 0,9 mg TAN/h*kg og 1,9 mg TAN/h*kg for ufodrede og fodrede dyr i perioden fra 8h til forsøgets afslutning ved 48h (Fig. 40 b).

Ved 15 °C var udskilningsraten af TAN ved forsøgets start op til 7 og 11 mg TAN/h*kg for hhv. ufodrede og fodrede dyr, mens middelværdien for perioden fra 8h til 48h var ca. 1,4 og 3,0 mg TAN/h*kg for hhv. ufodrede og fodrede dyr (Fig. 40 c). Tabel 10 nedenfor opsummerer resultaterne.

Tabel 10. Udskilningsrater af ammonium (mg TAN/h*kg) ved 5, 10 og 15 °C (stabiliserede dyr).

Table 10. Ammonia release (mg TAN/h*kg) at temperatures 5, 10 and 15 °C (stabilized *Nephrops*).

Ammonia release mg TAN/h*kg	Pre-treatment	Initial (stress?) value	Resting value
5 °C	Fed	6	1,75
	Non-fed	3	0,75
10 °C	Fed	7	1,9
	Non-fed	5	0,9
15 °C	Fed	11	3,0
	Non-fed	7	1,4

Ved sammenligning af udskilningsraten for fodrede og ufodrede dyr ses, at hvileraten for fodrede dyr er ca. dobbelt så stor som for ufodrede dyr ved alle temperaturer.

I hele forsøgsperioden varierede pH ved de undersøgte temperaturer mellem 7,75-8,05, med en middelværdi på 7,94. Iltmætningen var på grund af den gode beluftning af akvarierne ved alle temperaturer høj, ca. 90 %.

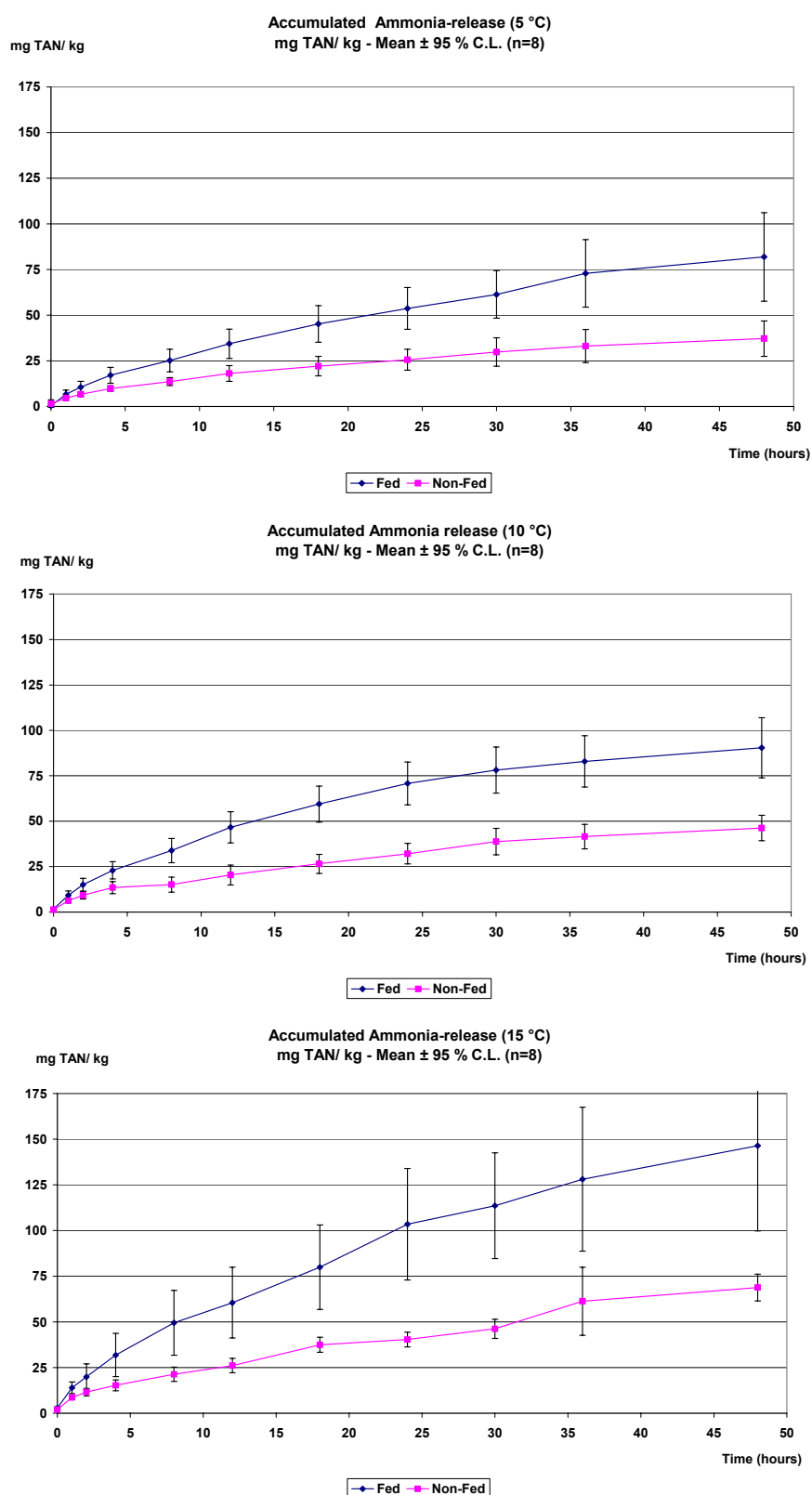


Fig. 38. Den kumulerede koncentration af total-ammonium-N (TAN) ved 5 °C (øverst), 10°C (midten) og 15°C (nederst). Graferne viser middelværdi af 8 replikater, barerne indikerer 95 % C.L.

Fig. 38 Cumulated concentration of total-ammonia-N (TAN) at 5 °C (top), 10 °C (middle) and 15 °C (bottom). Graphs shows mean and bars 95 % C.L. of 8 replicates.

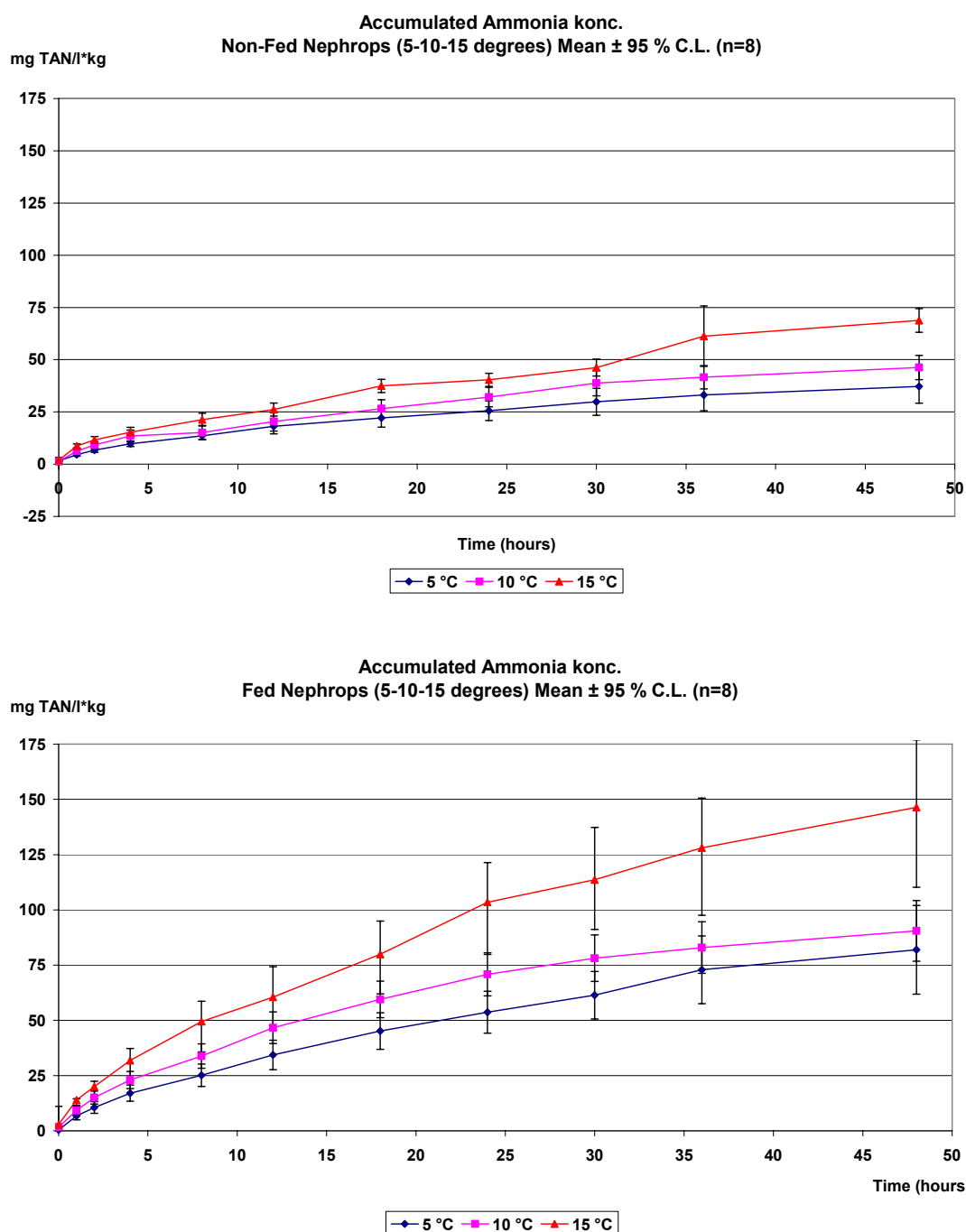


Fig. 39. Udskillelse af total-ammonium-N (TAN) fra ufodrede jomfruhummere (øverst) og fodrede jomfruhummere (nederst) ved de tre temperaturer 5 °C, 10 °C og 15 °C. Hver af graferne viser den kumulerede koncentration som middel af 8 forsøg med 1 hummer i hvert akvarium (å 5 liter vand). Barerne viser 95 % C.L.

Fig. 39. Excretion of total-ammonia-N (TAN) from non-fed Nephrops (top) and fed Nephrops (bottom) at three different temperatures 5°C, 10 °C and 15 °C. Each graph shows the cumulated concentration as mean value of 8 replicates of one *Nephrops* in each aquaria with 5 litres of sea water. Bars shows 95 % C.L.

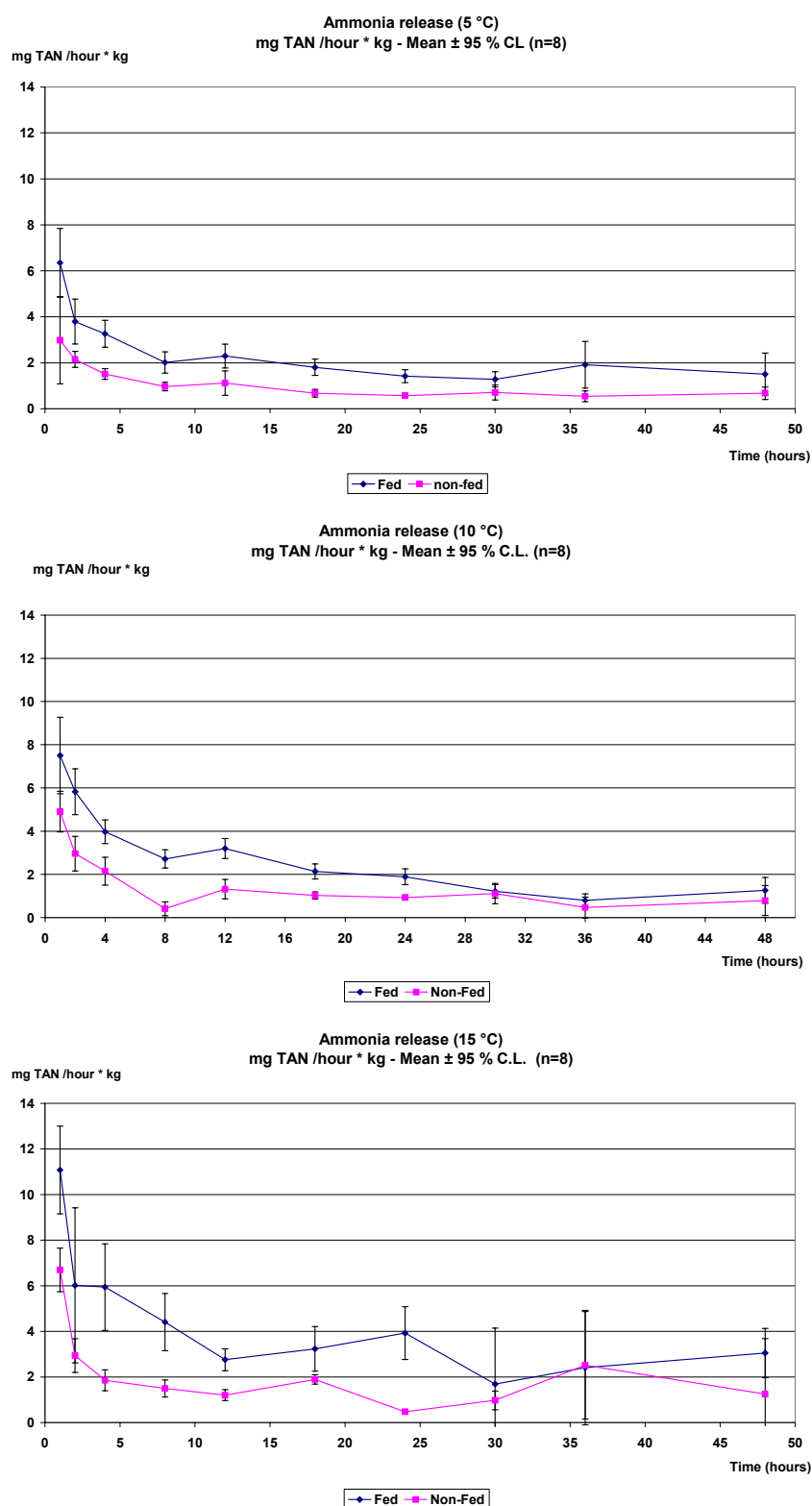


Fig. 40. Udskillelse af TAN per time per kg jomfruhummer ved temperaturen 5 °C (øverst), 10 °C (midten) og 15 °C (nederst) som middel af 8 replikater. Barerne angiver 95 % C.L. Af figuren ses, at de maximale udskillelsesrater fandtes i forsøgets start, og at udskillelsesraten var proportional med temperaturen.

Fig. 40. Excretion of TAN per hour per kg. *Nephrops* at 5 °C (top), 10 °C (middle) and 15 °C (bottom) as mean of 8 replicates. Bars show 95 % C.L.

Diskussion

Jomfruhummere og andre krebsdyr kan tåle ret høje koncentrationer af ammoniak (NH_3), sammenlignet med hvad mange fisk tåler. Hvor nogle fisk (fx ørredyngel) tager skade af længere tids ophold i vand med et indhold af ammoniak på kun ca. 0,025 mg/l, så tåler andre arter som fx nogle sydamerikanske fisk betydeligt mere, nemlig 0,7-2,0 mg NH_3 /l (Marcon et al., 2004). Akut toxicitet (LC-50) for 10 grams yngel af regnbueørred (*Salmo gairdneri*) ved 3,6 °C og pH 7,7 blev af Arthur et al. (1987) fundet til 0,53 mg/l uioniseret ammoniak (NH_3), hvilket er ca. 20x højere end koncentrationen for sublethale effekter. Nogle krebsdyrarter er kendt for overordentlig høj ammoniak-tolerencer; således er LC-50 for den amerikanske krebseart *Orconectes immunis* målt til 18,3 mg uioniseret ammoniak (NH_3) ved 17,1 °C og pH 7,9 (Arthur et al. 1987).

Lund (2007) har fundet, at LC-50 for TAN ligger på ca. 45 mg TAN/l ved pH på ca. 7,9 og en temperatur på 5 °C for jomfruhummer. Ved 5 °C og en salinitet på 35 ‰ er forholdet mellem TAN og $\text{NH}_3\text{-N}$ 132,1:1 (FDEP, 2001), svarende til en LC-50 værdi for ren ammoniak (NH_3) på 45 mg/l /132,1 = 0,34 mg/l. En ting er imidlertid LC-50 værdien, der angiver ved hvilken koncentration 50 % af dyrene overlever efter 96 timer. En anden ting er den koncentration, der er skadelig for dyret at opholde sig i over længere tid, og den er typisk langt lavere. Som tommelfingerregel regner man med, at skadelig koncentration er mindst 10x så lav som LC-50, hvilket altså for jomfruhummers vedkommende betyder, at koncentrationen af TAN i grove træk ikke bør overskride ca. 4,5 mg /l.

Den høje initiale udskilningsrate kan forklares med stress hos dyrene i forbindelse med håndteringen, selvom der blev gjort alt for at undgå at stresse dyrene. Den initiale stress-periode varede i vores eksperimenter typisk ca. 8 timer (fig. 40). Dette kan sammenlignes med, at man i forbindelse fysiologiske forsøg med fisk ofte vælger at vente 12-24 timer inden forsøgene sættes i gang (Niels Gerner Andersen, pers. oplysning).

Hagerman et al. (1990) undersøgte NH_4^+ ekskretionen ved 10 °C og fandt i et 3-ugers eksperiment en ekskretionsrate på 2,7 mg NH_4^+ /h*kg, mens udskilningsraten i et 5-timers forsøg var 0,35 μM NH_4^+ /g ww*h, svarende til 5,95 mg TAN/h*kg. Disse resultater stemmer meget godt overens med hvad vi fandt i vores forsøg ved 10 °C, idet vores ”hvile” værdier lå på ca. 1,9 mg TAN/h*kg for fodrede dyr, mens de initiale ”stress” værdier var 5-7 mg TAN/h*kg for hhv. ufodrede og fodrede dyr.

Tages der udgangspunkt i Lunds (2006) LC-50 værdi på 45 mg TAN/l ved 5 °C og en pH-værdi på 7,9 og indregner en sikkerhedsfaktor på 10x lavere koncentration, for at undgå skader, kan man beregne, hvor lang tid en given mængde hummere maksimalt bør opholde sig i et vandvolumen af kendt størrelse. Eftersom forholdet mellem TAN og uioniseret ammoniak (NH_3) er temperaturafhængigt, må der i beregningerne tages hensyn hertil. LC 50-værdien på 45 mg TAN/l svarer som indledningsvist nævnt til 0,34 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ /l, og 1/10 x heraf svarer til 0,034 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ /l, som altså er den maksimale koncentration, der må være i karret for at undgå skader på dyrene.

Her benyttes et opbevaringskar i kølecontaineren på DTU Aqua som eksempel. Volumen er ca. 600 l, og det kan rumme 6 kassetter á 10 kg hummere. Ved 5 °C benyttes værdien for ammoniumekskretionen 5 mg TAN/h*kg, hvilket giver en max. opholdstid på 9 timer. Ved 10 °C benyttes værdien for ammoniumekskretionen på 6 mg TAN/h*kg. Da der ved 10 grader er forholdsvis mere uioniseret ammoniak til stede end ved 5 grader, nemlig forholdet 1:88,7 (mod 1:132,1 ved 5 °C), se FDEP(2001), er den maksimale opholdstid i karret på 5 timer. Ved højere temperaturer er udskilningsraten hastigt stigende, samtidig med at ligevægten mellem NH_4^+ og NH_3 er rykket endnu længere mod højre end ved lavere temperaturer. Forholdet mellem uioniseret

ammoniak og TAN er ved pH 7,9, temperaturen 15 °C og en salinitet på 35 ‰ 1:60,5. Raten for ammoniumekskretionen ved 15 °C er ca. 10 mg TAN/h*kg, hvilket giver en max. opholdstid i karret på kun ca. 2 timer.

Såfremt man ønsker at transportere hummere over længere afstande (=tid), må man derfor enten have et system til ammonium-fjernelse, og/eller sænke pH i vandet. Det sidste er den løsning, man har valgt i Fjord's transportsystem "Aqaline", hvor man typisk sænker pH ned til ca. 7,0 - se www.fjords.nu.

Med de mængder hummere, som vi havde gående i bådens kølekar under forsøgene, nemlig max. 20 kg hummere i hvert kar, er det udelukket, at dyrene har kunnet tage skade af den udskilte ammonium/ammoniak.

Materialer og metoder - Forsøg med nyfangede (stressede) dyr på båden

8 nyfangede jomfruhummere (middelvægt: 69,2 g) blev straks efter fangst blev anbragt i hvert sit beluftede akvarium (indeholdende 2,00 liter rent havvand) uden vandtilførsel, anbragt i lasten (fig. 41).

En 10 ml vandprøve blev udtaget hver time i perioden fra tiden t=0 timer til tiden t=8 timer. Efter hver prøvetagning blev prøverne nedfrosset ved -18 °C for senere analyse. Samtidig med vandprøverne målttes pH i akvarierne med et håndholdt Mettler "Toledo" pH-meter, mens iltindholdet i akvarierne målttes med en Oxyguard iltmåler. En temperatur-datalogger mrk. HOBO® Water Temp Pro v2 fra Onset Computer Corporation blev lagt i et af akvarierne for at måle og dokumentere temperaturforholdene i forsøgsperioden.

Vandprøverne analyseredes for total-ammonium-N (TAN) ved hjælp af samme fotometriske metode, som benyttedes ved analyserne for forsøgene beskrevet ovenfor (Andersen et al., u.å).



Fig. 41. Ammonium-udskilnings-forsøgene på båden med nyfangede (stressede) dyr blev udført i lasten under vanskelige forhold.

Fig. 41. The Ammonia excretion experiments with new caught (stressed) animals was carried out onboard the fishing vessel.

Resultater - Forsøg med nyfangede (stressede) dyr på båden

Resultaterne af ekskretionsforsøgene på båden fremgår af fig. 42. Ved sammenligning med resultaterne af forsøgene med akklimatiserede og stabiliserede jomfruhummere (fig. 38 og fig. 40) ovenfor, bemærkes et helt ens mønster i alle forsøgene, men niveauerne er væsentligt forskelligt.

Den initiale udskilningsrate var en smule mindre end for fodrede jomfruhummere ved 5 °C (ca. 6 mg TAN/h*kg, tabel 10), nemlig knap 5 mg TAN/h*kg, mens udskilningsraten faldt til ca. 0,5 mg TAN/h*kg efter 6-7 timer. Denne rate er væsentligt lavere end for stabiliserede dyr ved 5 grader, hvor udskilningsraten er ca. 2 mg/h*kg.

Fig. 43 viser grafisk alle forsøg med ammoniumudskillelse (stabiliserede/ustressede og nyfangede/stressede) inden for de første 7 timer.

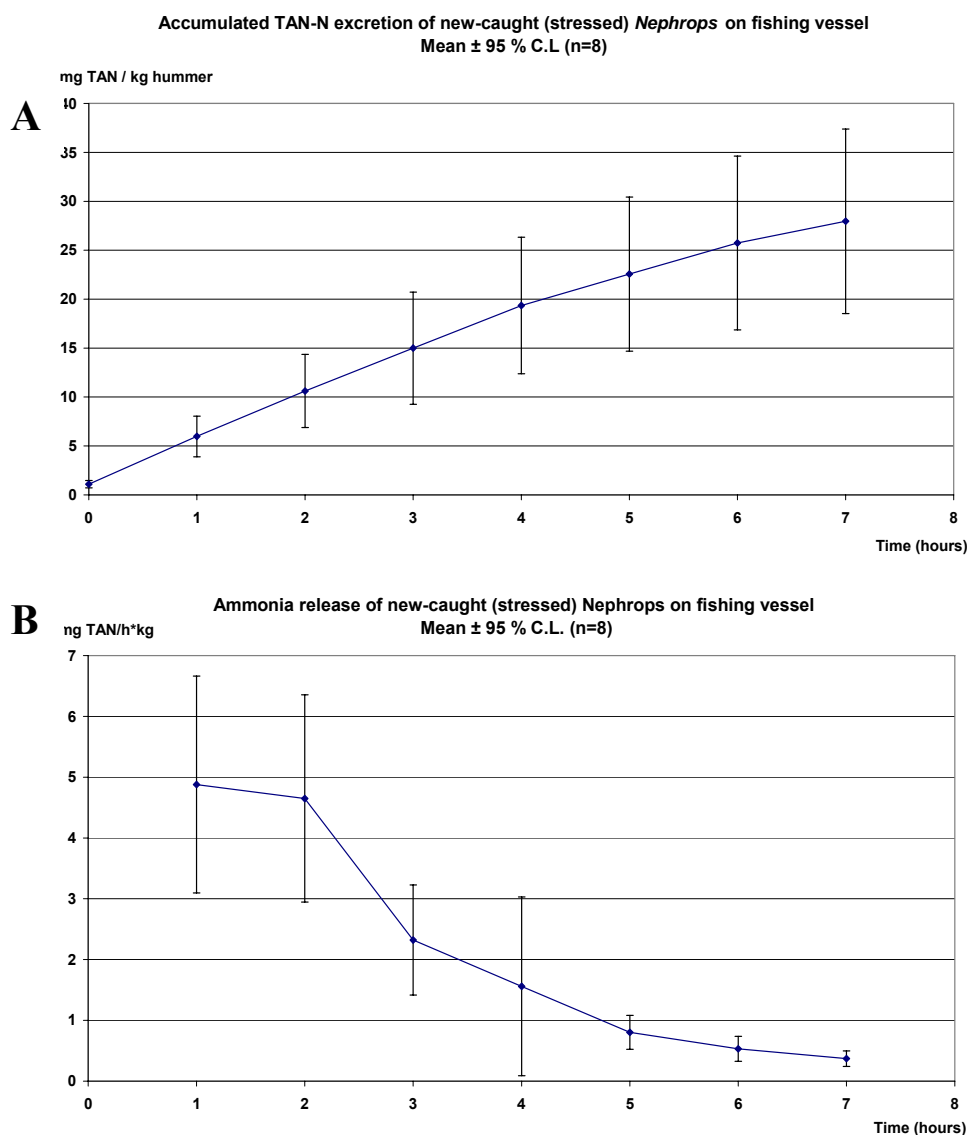


Fig. 42. A (øverst) den akkumulerede ammonium ekskretion af nyfangede (stressede) jomfruhummere. Forsøget blev udført i kølelasten på båden ved en temperatur på ca. 7 °C. B(nederst) viser timeraten af ammoniumekskretionen (mg TAN/h*kg).

Fig. 42. A (top) accumulated ammonia excretion of new-caught (stressed) *Nephrops*. The experiments were made on the fishing vessel in the cooling storage at 7 °C. B (bottom) shows the hour rate of ammonia excretion (mg TAN/h*kg).

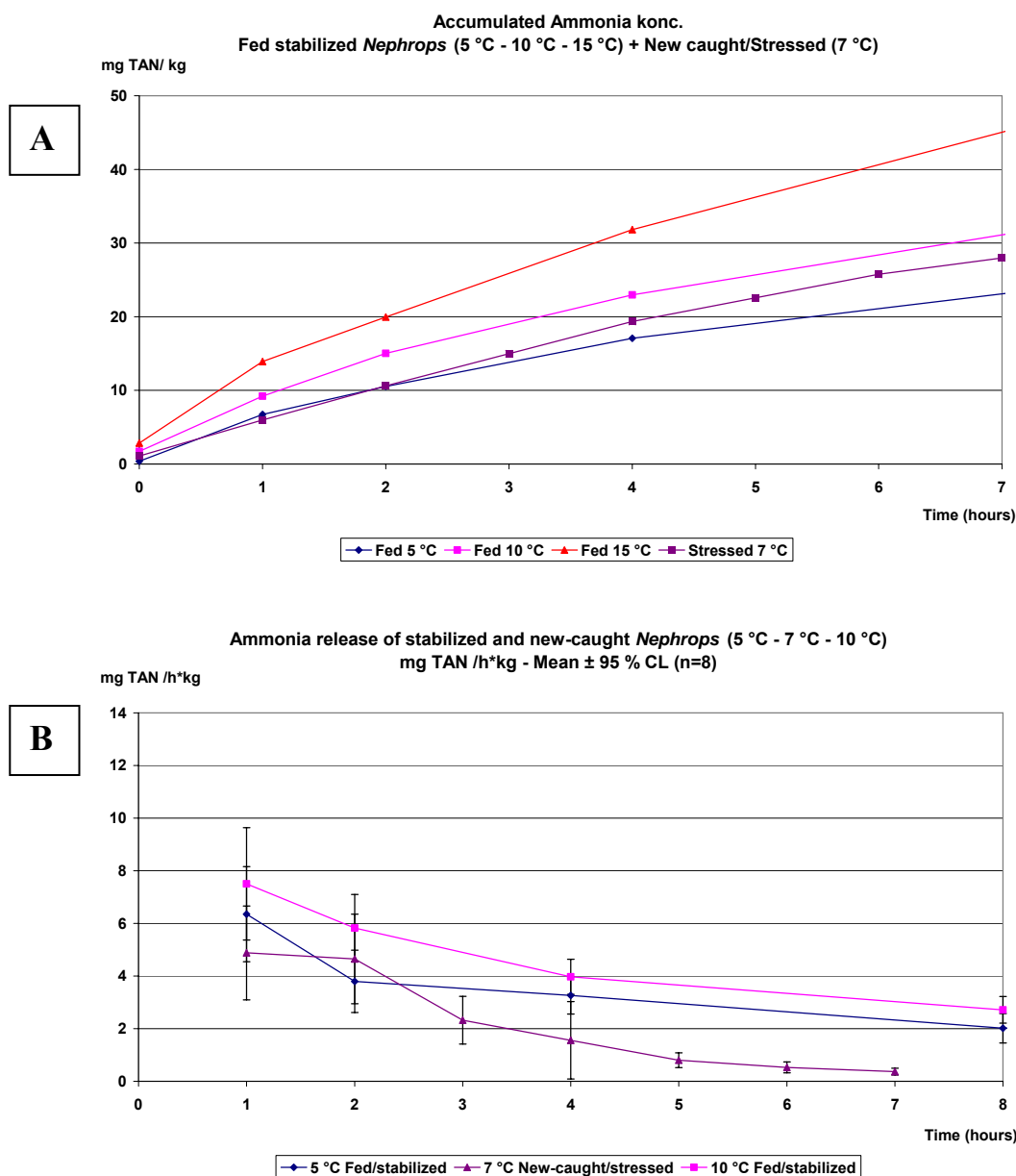


Fig. 43. A den kumulerede ammonium udskillelse. Værdierne for nyfangede/stressede dyr ligger mellem værdierne for stabiliserede/ustressede dyr ved 5 °C og 10 °C. B Udskilningsraten for nyfangede dyr ligger initialt på samme niveau som for stabiliserede dyr ved 5 °, men falder efter 5-7 timer til et væsentligt lavere niveau.

Fig. 43. A The cumulated ammonia release for new-caught *Nephrops* is between value for stabilized animals at 5 °C and 10 °C. B Ammonia release rates (mg TAN/h*kg) is initially at the same level as for stabilized animals at 5 °C, but is after 5-7 hours reduced to a much lower level.

Diskussion - Forsøg med nyfangede (stressede) dyr på båden

Inden forsøgets start havde vi en formodning om, at ammonium-udskillelsen for nyfangede/stressede dyr var forhøjet i forhold til stabiliserede dyr. For fisk gælder, at stress resulterer i forhøjede cortisolniveauer og en forøgelse af protein katabolismen (nedbrydelsen) og dermed ammoniak-produktionen (Mommensen et al., 1999). For krebsdyr (*Astacus leptodactylus*) har Lorenzon et al. (2004) vist, at serotonin påvirker udskillelsen af et hormon, der er lokaliseret i

krebsdyrets øjestilk, nemlig CHH ("Crustacean Hyperglycemic Hormone"). CHH findes i flere isoformer, der hver især styrer flere vigtige processer, såsom at mobilisere glucose og lipider til hæmolymfen i tilfælde af behov herfor. Men CHH komplekset virker også på andre funktioner, idet det har inhibitorisk effekt på såvel skalskifte og reproduktion, samt osmoregulation, - sidstnævnte vil blive diskuteret i afsnit 3.6 (Betydningen af vandets salinitet for overlevelsen).

Vore praktiske forsøg viste noget helt andet end forventet. Den kumulerede udskillelse af ammonium var tilsyneladende udelukkende en funktion af temperaturen, også for nyfangede/stressede dyr, idet den pænt lå mellem værdierne for stabiliserede dyr på hhv. 5 °C og 10 °C (fig. 43 A).

Udskilningsraten udtrykt i mg TAN/h*kg var derimod overraskende anderledes i forhold til det forventede, da raten nok var på niveau med raten for stabiliserede dyr ved 5 °C initialt, men faldt til ca. 25 % af niveauet for stabiliserede dyr efter 5-7 timer (fig. 43 B). Det kan kun betyde, at dyrene må ophobe ammonium i hæmolymfen, uden at være i stand til at udskille den.

3.8 Opbevarings-position og temperatur (årstid)

Undersøgelser af pakkesystemer viste, at der ikke var forskel i overlevelse, hvad enten dyrene var pakket vandret eller lodret. Overlevelsen var klart bedst i vinterhalvåret, i forhold til om sommeren (august).

Ved transport af levende jomfruhummere skal de umiddelbart efter fangst pakkes og opbevares enkeltvis, for ikke at skade hinanden, da de ellers bider i alt hvad de kommer i nærheden af der iblandt andre hummere. Skader på kroppen fører til tab af hæmolymfe, hvilket fører til en svækkelse af jomfruhummeren og i sidste ende døden. I Skotland pakkes hummerne, således at de sidder lodret på halen i kassetter på ca. 40cm. x 60cm. x 35cm. (L x B x H). Kassetterne er opdelt i et "grid" eller "divider set", der opdeler kassetten i ca. 100 små firkantede rør. Denne vertikale position, som de fastholdes i, er unaturlig i forhold til deres naturlige retræter i havbunden, hvor de sidder i en mere vandret stilling med mulighed for bevægelse (Chapman & Rice, 1971). At fastholde jomfruhummerne i en unaturlig vertikal stilling under transport og langtidsopbevaring, uden mulighed for at slippe ud af positionen, kunne tænkes at have indflydelse på restitutionen efter fangst og dermed overlevelsen. Ventilation af gællerne og cirkulation af hæmolymfe kunne tænkes at begrænses af den fastholdte position. Dette afsnit bygger på arbejder udført af Lund (2007) og Lund et al. (in prep.).

Metode

Jomfruhummere blev trawlet på 2 årstider, sen vinter (marts) og sommer (august) 2006. Umiddelbart efter fangst blev hummerne pakket vertikalt og horisontalt og nedsænket i kar med frisk havvand og kraftig beluftning ved overflade temperaturer. I marts var vand temperaturen ved bunden ca. 7 °C og overflade temperaturen ca. 2 °C. I August var bund temperaturen ca. 12 °C og overflade temperaturen ca. 21 °C. Ved kajen blev jomfruhummerne overført til kar på laddet af en bil og kørt ca. 30 minutter tilbage til laboratoriet, hvorefter de blev opbevaret mørkt og ved temperaturer på henholdsvis 5 og 18 °C, resten af forsøget. Det blev målt hvordan jomfruhummerne restituerede over tid ved at måle på friske hæmolymfe prøver og bestemme total ilt (TO₂), ilt partial trykket (PO₂), total CO₂ (TCO₂) og pH; PCO₂ blev efterfølgende beregnet. Ud fra frosne hæmolymfe prøver blev indholdet af L-laktat og D-glukose bestemt.

Resultater og diskussion

L-laktat og D-glucose blev målt for at få et udtryk for hvor stressede jomfruhummerne var umiddelbart efter de blev trawlet og under deres restitution. Udviklingen af laktat var stort set ens uafhængig af årstid og opbevarings position. For D-glukose gjorde det sig gældende at udviklingen var mere vedvarende om vinteren i forhold til sommer ved højere temperaturer men igen var der ingen signifikant forskel mellem de to opbevarings positioner. Sandsynligvis gør den højere metabolisme om sommeren, ved højre vand temperaturer at jomfruhummerne kan reducere og genskabe deres glukose niveau hurtigere sammenlignet med vinter situationen ved lave vandtemperaturer (fig. 44). Den samlede stress hummerne oplever, er dog betydeligere større ved højere vand temperaturer hvilket leder til en meget større dødelighed (Zainal et al., 1992; Schmidt-Nielsen et al., 1997).

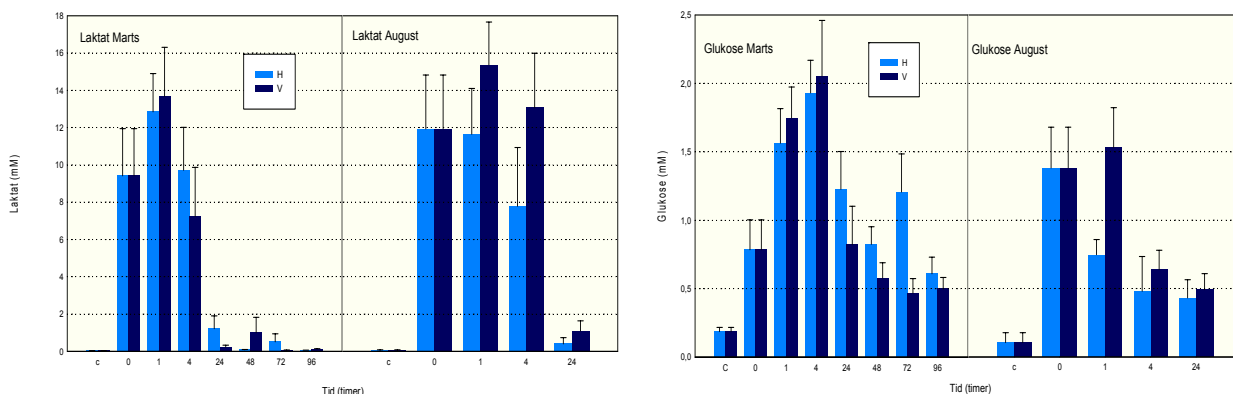


Fig. 44 Hæmolymfe L-laktat og D-glukose marts (vinter) og august (sommer) for kontrol jomfruhummere og gennem restitutionen efter fangst. Marts 0 til 96 timer og august 0 til 24 timer. For hver måling er vist gennemsnit \pm SEM (n=6) for horisontale (H) og vertikale (V) pakke jomfruhummere. Resultater, der er signifikant forskellige fra kontroller, er markeret med * ($P < 0,05$) Ved signifikant forskel mellem position markeres det ved + ($P < 0,05$). Fra Lund et al (in prep.).

Fig. 44. Haemolymph L-lactate and D-glucose from march (winter) and august (summer) for control Nephrops and through restitution after trawling. March 0 to 48 hours and august 0 to 24 hours. For each measurement is shown mean \pm SEM (n=6) for horizontal (H) and vertical (V) packed Nephrops. Results significant different ($p < 0,05$) from controls are marked with *. Significant differences ($p < 0,05$) between positions are marked with +. From Lund et al. (in prep.).

Hæmolymfe TO_2 , PO_2 , TCO_2 , PCO_2 og pH viste et meget ens billede hvis man sammenlignede opbevarings position. Kun i to målepunkter var der en signifikant forskel mellem de to opbevaringspositioner hvilket nok skyldes tilfældigheder.

Ved at kombinere PCO_2 , pH og $[HCO_3^-]$ i et Davenport diagram viste det sig at jomfruhummerne regerede på to forskellige måder vinter og sommer. Om vinteren, på trods af en meget stor forøgelse i L-laktat steg pH signifikant, samtidig med at TCO_2 og PCO_2 viste et signifikant fald over tid. Davenport diagrammet (fig. 45 a) viser at jomfruhummerne oplevede en respiratorisk alkalose som modvirkede den metaboliske acidose af L-laktat over de første 48 timer. Anderledes ser det ud om sommeren (Fig 45 b) hvor TCO_2 og PCO_2 stiger og dermed forstærker den metaboliske acidose af L-laktat ved yderligere at forstærke acidosen jomfruhummeren udsættes for, respiratorisk. Allerede efter 24 timer er hummerne dog tilbage ved kontrol værdier men den samlede stress dyrene udsættes for ved sommer temperaturer medfører en meget større dødelighed end ved vinter temperaturer.

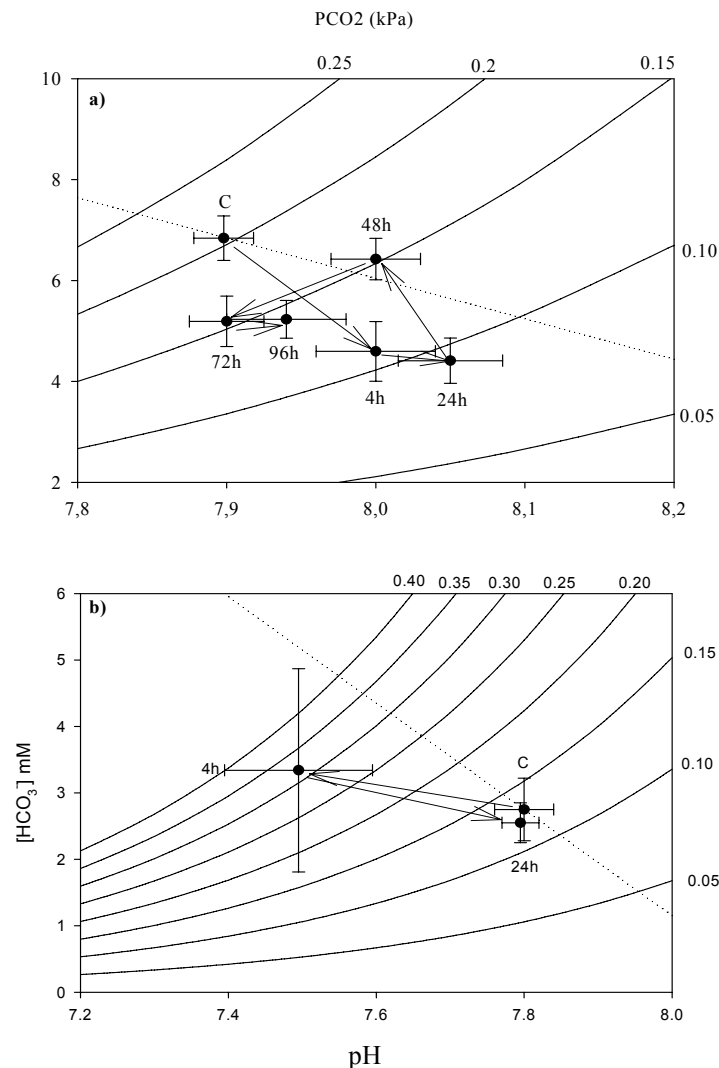


Fig. 45. pH-bikarbonat diagrammer der viser sammenhængen mellem pH, PCO_2 og bikarbonat koncentration $[\text{HCO}_3^-]$ i hæmolymfe for jomfruummerne opbevaret i 5 °C (a) og 18 °C (b). Gennemsnitværdier \pm SEM for både horisontale og vertikale, da ingen signifikant forskel blev fundet mellem de to positioner. Kontrolværdier og efterfølgende målinger efter fangst er plottet. Den stiplede linje repræsenterer ikke-bikarbonat buffer linje, fundet for *Homarus gammarus* (Whiteley and Taylor, 1990). Figuren er fra Lund et al. (in prep.)

Fig. 45. pH-bicarbonate diagrams showing the interference between pH, PCO_2 and bicarbonate concentration $[\text{HCO}_3^-]$ in the haemolymph of *Nephrops norvegicus*, stored at 5 °C (a) and 10 °C (b). Mean and SEM for both horizontal and vertical, as no significant differences were found between the two positions. Control values and subsequent measurements are plotted. The dotted line represents non-bicarbonate buffer line, found for *Homarus gammarus* sensu whiteley & Taylor, 1990. From Lund et al. (in prep.).

Konklusion

Opbevaringspositionen (vertikal / horisontal) viste sig ikke at have nogen betydning for, hvordan jomfruummerne kom sig efter stress påvirkningen af at være trawlet. Målingerne tyder på at det ingen betydning har i hvilken position man pakker og langtidsopbevare jomfruummerne. Årstiden og vel nok vigtigst temperaturen viste sig at være en meget væsentlig faktor for overlevelsen af jomfruummerne. Om vinteren var der ingen problemer med at skaffe levende dyr og dødeligheden var meget lav hvorimod i august måned ved sommer temperaturer var jomfruummerne meget sløve og i mange tilfælde livløse umiddelbart efter fangsten kom ombord

på båden. Dette betød også at det ikke var muligt at følge og måle på hummerne i mere end 24 timer ved sommer temperaturer imod 96 timer ved vinter temperaturer.

Anbefaling

Jomfruhummere der skal landes levende, skal fanges i vintermånederne, hvor vandtemperaturen er lav. Undersøgelserne demonstrerer, at jomfruhummerne restituerer sig og overlever meget bedre i koldt vand, i forhold til varmt vand.

Positionen jomfruhummerne pakkes i, ser ikke ud til at have betydning for restitutionen eller overlevelse, så pakkemåden (vandret/lodret) har ikke den store indflydelse på den totale overlevelse.

4. Referencer

Aguzzi, J. & Sardà, F. (2008): A history of recent advancements on *Nephrops norvegicus* behavioral and physiological rhythms. Rev. Fish. Biol. Fisheries **18**: 235-248.

Andersen, Markager & Ærtebjerg (Red.) (u.å.): Bilag 5.1.4 Fotometrisk bestemmelse af ammonium i saltvand. Pp. 5.1.46 - 5.1.49 i: NOVANA. Teknisk anvisning for marin overvågning. 5.1 Intern Belastning

Arthur, J.W; West, C.W.; Allen, K.N. & hedgke, S.F (1987): Seasonal Toxicity of Ammonia to Five Fish and Nine Invertebrate Species. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **38**: 324-331.

Atkinson, R.J.A. & Naylor, E. (1976): An endogenous activity rhythm and the rhythmicity of catches of *nephrops norvegicus*. Journal of Experimental marine Biology and ecology **25**: 95-108.

Bell, M.C.; Redant, F. & Tuck, I. (2006). Nephrops Species. Pp. 412-461 i: Phillips, B.F (Ed.): Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries. 506 pp, Blackwell Publishing.

Chapman, C.J. (1980): Ecology of juvenile and adult Nephrops. In: J.S. Cobb & B.F. Phillips (Eds.): The Biology and management of Lobsters, 2, Ecology and management. Academic press, New York, pp 143-178.

Chapman, C.J. (1981): Discarding and Tailing Nephrops at Sea. Scott. Fish. Bull. **46**: 10-13.

Chapman, C.J. & Rice, A.L. (1971): Some direct observations on the ecology and behaviour of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Marine Biology **10**: 321-329.

Chapman, C.J.; Priestley, R. & Robertson, H. (1972): Observations on the diurnal Activity of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.). ICES CM 1972/K:20

Claybrook, D.L. (1983): Nitrogen metabolism. Pp 163-213 in Bliss, D.E. (Ed.): The biology of crustacean. Vol. 5: Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic Press.

Emerson, K; Russo, RC; Lund, RE & Thurston, RV (1975): Aqueous Ammonia Equilibrium Calculations: Effect of pH and Temperature. J.Fisf. res. Bd. Can. **32**: 2379-2383.

FAO (2006): Statistikker m.v. kan findes her: www.FAO.org

FDEP (2001): Florida Department of Environmental Protection. Chemistry Laboratory Methods Manual, Tallahassee. Revision 2, 02/12/2001, 16 pages: Calculation of un-ionized ammonia in fresh water. Storet Parameter code 00619.

Fiskeridirektoratet (2006):

Frogia, C. & Garamitto, M.E. (1981): Summary of biological parameters on the Norway Lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Adriatic. FAO Fisheries Report **253**: 165-78.

Hagerman, L.; Søndergaard, T; Weile, K; Hosie, D. & Uglow, R.F (1990): Aspects of blood physiology and ammonia excretion in *Nephrops norvegicus* under hypoxia. Comp. Biochem. Physiol. **97A**: 51-55

Harris, RR & Ulmestrand, M (2004): Discarding Norway lobsters (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers – mortality and damage seen in simulation experiments. ICES journal of Marine science **61**: 127-139.

Harris, RR & Andrews MB (2005a): Physiological changes in the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) escaping and discarded from commercial trawls on the West Coast of Scotland – I. Body fluid volumes and haemolymph composition after capture and during recovery. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **320**: 179-193

Harris, RR & Andrews MB (2005b): Physiological changes in the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) escaping and discarded from commercial trawls on the West Coast of Scotland II. Disturbances in haemolymph respiratory gases, tissue metabolites and swimming performance after capture and during recovery. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **320**: 195-210

ICES (1997): Report of the working group on *Nephrops* Stocks. ICES CM 1997/Assess: 11.

Lindqvist, O.V. & H. Mikkola (1978): On the aetiology of a muscle wasting disease in *Procambarus clarkii* in Kenya. Freshw. Cray. **4**: 363-372.

Lorenzon, S; Brezovec, S & Ferrero, E (2004): Species-specific Effects on haemolymph Glucose Control by serotonin, Dopamine, and L-Enkephalin and their inhibitors in *Squilla mantis* and *Astacus leptodactylus* (Crustacea). J. Exp. Zool. **301A**: 727-736.

Lund, H.S. (2007): Fangst og opbevaring af levende Jomfruhummere *Nephrops norvegicus* (L.): Indflydelse af sæson og opbevaringsposition. Upubliceret specialerapport, Danmarks Tekniske Universitet, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. For havøkologi og Akvakultur, Nordsøcentret, Hirtshals og Afd. for Zoofysiologi, Biologisk Institut, Århus Universitet.

Lund, H.S., McKenzie, D.J., Wang, T., Taylor, E.W., Pedersen, P.B. & Pedersen, L.F. (in prep.): Recovery by the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.) from the physiological stresses of trawling: Influence of season and live-storage position.

Marcon, JL; Moreira, SS; Fim, JDI & Indruziak, JD (2004): Median Lethal Concentration (LC50) for un-ionized ammonia in two Amazonian Fish Species, *Colossoma macropomum* and *Astronotus ocellatus*. In: VI International Congress on the Biology of Fish, 2004, Manaus, Brazil. Proceedings of VI International Congress on the Biology of Fish, 2004. v.1.:pp 105-116.

Mommsen, TP, Vijayan, MM & Moon, TW (1999): Cortisol in teleost: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Rev. Fish Biol. Fisheries **9**: 211-268.

Nash, G.S; S. Chinabut & C. Limsuwan (1987): Idiopathic muscle necrosis in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. J. Fish Dis. **10**: 109-120.

Pedersen, L-F. (2006): Optimering af fangstværdien for jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Rapport nr. 159-06, 43 pp. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. for havøkologi og akvakultur, Nordsøcentret, Hirtshals. ISBN: 87-7481-002-2.

Poulsen, EM (1946): Investigations on the Danish fishery for, and the biology on, the Norway lobster and the deep sea prawn. Report of the Danish biological station **48**: 27-49

Ridgway, I.D. (2007): A preliminary study of the effect of meteorological factors on the live export trade of the Scottish *Nephrops* trawling fishery. *Journal of Shellfish research* **26:2** 611-615.

Ridgway, I.D.; Taylor, A.C.; Atkinson, R.J.A.; Stentiford, G.D.; Chang, E.S.; Chang, S.A. & Neil, D.M. (2006): Morbidity and mortality in Norway lobsters, *Nephrops norvegicus*: Physiological, immunological and pathological effects of aerial exposure. *J. Mar. Biol. Ecol.* **328**: 251-264.

Ridgway, I.D.; G.D. Stentiford; A.C. Taylor; R.J.A. Atkinson; T.H. Birbeck & D.M. Neil (2007): Idiopathic Muscle Necrosis in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.): Aetiology, pathology and progression to bacteraemia. *J. Fish Dis.* **29**: 1-14.

Seafood Scotland (<http://www.seafoodscotland.org>) er den skotske fiskeindustri's handelsorganisation, hvis formål er at øge indtjeningen i fiskerierhvervet. Organisationen har udgivet en powerpoint præsentation om jomfruhummerfiskeriet: <http://shortwww.com/6d24787>

Schmidt-Nielsen, K. & Duke, J.B. (1997): Animal physiology. Adaptions and Environment. Cambridge University Press, Cambridge.

Shelton, P.M.J.; Gaten, E. & Chapman, C.J. (1985): Light and retina damage in *Nephrops norvegicus* (L.) (Crustacea). *Proc. R. Soc. Lond. B* **226**: 217-236.

Stentiford, G.D. & D.M. Neil (2000): A rapid onset, post-capture muscle necrosis in the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) from the West coast of Scotland, United Kingdom. *J. Fish Dis.* **23**: 251-263.

TMBL (2007): Rapport experiment sprinkling av havskräfta med olika salthalter. 7 pp. Delrapport i "Projekt kvalitetskräfta", Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium.

Whiteley, N.M. & Taylor, E.W. (1990): The acid-base consequences of aerial exposure in the lobster *Homarus gammarus* (L.) at 10 degrees C and 20 degrees C. *Journal of Thermal Biology* **15(1)**: 47-56. ISSN: 0306-4565.

Zainal, K., Taylor, A.C. & Atkinson, R.J.A. (1992): The effect of temperature and hypoxia on the respiratory physiology of the squat lobsters, *Munida rugosa* and *Munida sarsi* (Anomura, Galatheidæ). *Comparative biochemistry and physiology - A-physiology* **101**: 557-567.

DTU Aqua-rapportindex

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DTU Aquas hjemmeside www.aqua.dtu.dk, hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen
- Nr. 160-06 Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord 2005. Anders Koed
- Nr. 161-06 Udsætning af geddeyngel i danske søer: Effektivurdering og perspektivering. Christian Skov, Lene Jacobsen, Søren Berg, Jimmi Olsen og Dorte Bekkevold
- Nr. 162-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 162a-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Bilagsrapport. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 163-06 Skarven (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) og den spættede sæls (*Phoca vitulina* L.) indvirkning på fiskebestanden i Limfjorden: Ecopath modellering som redskab i økosystem beskrivelse. Rasmus Skoven
- Nr. 164-06 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 165-06 A pilot-study: Evaluating the possibility that Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) exerts a negative effect on lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) in the North Sea, using IBTS-and TBM-data. Mikael van Deurs
- Nr. 166-06 Ejstrupholm Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 167-06 Blåmuslinge- og Stillehav søstersbestanden i det danske Vadehav efteråret 2006. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 168-06 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.

- Nr. 169-07 Produktion af blødskaledede strandkrabber i Danmark - en ny marin akvakulturproduktion. Knud Fischer, Ulrik Cold, Kevin Jørgensen, Erling P. Larsen, Ole Saugmann Rasmussen og Jens J. Sloth.
- Nr. 170-07 Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan. Helle Torp Christensen og Ingrid Elmedal.
- Nr. 171-07 Kystfodring og kystøkologi - Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsen, Per Sørensen og Sune Riis Sørensen.
- Nr. 172-07 Løjstrup Dambrug (øst) - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 173-07 Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 174-07 Abildtrup Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 175-07 Nørå Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 176-07 Rens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 177-08 Implementering af mere selektive og skånsomme fiskerier – konklusioner, anbefalinger og perspektivering. J. Rasmus Nielsen, Svend Erik Andersen, Søren Eliassen, Hans Frost, Ole Jørgensen, Carsten Krog, Lone Grønbæk Kronbak, Christoph Mathiesen, Sten Munch-Petersen, Sten Sverdrup-Jensen og Niels Vestergaard.
- Nr. 178-08 Økosystemmodel for Ringkøbing Fjord - skarvbestandens påvirkning af fiskebestandene. Anne Johanne Dalsgaard, Villy Christensen, Hanne Nicolajsen, Anders Koed, Josianne Støttrup, Jane Grooss, Thomas Bregnballe, Henrik Løkke Sørensen, Jens Tang Christensen og Rasmus Nielsen.
- Nr. 179-08 Undersøgelse af sammenhængen mellem udviklingen af skarvkolonien ved Toftesø og forekomsten af fladfiskeyngel i Ålborg Bugt. Else Nielsen, Josianne Støttrup, Hanne Nicolajsen og Thomas Bregnballe.
- Nr. 180-08 Kunstig reproduktion af ål: ROE II og IIB. Jonna Tomkiewicz og Henrik Jarlbæk

- Nr. 181-08 Blåmuslinge- og stillehavssøstersbestandene i det danske Vadehav 2007. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 182-08 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra 1. måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 183-08 Taskekrabben – Biologi, fiskeri, afsætning og forvaltningsplan. Claus Stenberg, Per Dolmer, Carsten Krog, Siz Madsen, Lars Nannerup, Maja Wall og Kerstin Geitner.
- Nr. 184-08 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra 1. måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 185-08 Erfaringsopsamling for muslingeopdræt i Danmark. Helle Torp Christensen, Per Dolmer, Hamish Stewart, Jan Bangsholt, Thomas Olesen og Sisse Redeker.
- Nr. 186-08 Smoltudvandring fra Storå 2007 samt smoltdødelighed under udvandringen gennem Felsted Kog og Nisum Fjord. Henrik Baktoft og Anders Koed.
- Nr. 187-08 Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra første måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 188-08 Ejstrupholm Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 2. måleår af monitoringsprojektet med væsentlige resultater fra første måleår. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 189-08 The production of Baltic cod larvae for restocking in the eastern Baltic. RESTOCK I. 2005-2007. Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Sune R. Sørensen (eds.)
- Nr. 190-08 USER'S MANUAL FOR THE EXCEL APPLICATION "TEMAS" or "Evaluation Frame". Per J. Sparre.
- Nr. 191-08 Evaluation Frame for Comparison of Alternative Management Regimes using MPA and Closed Seasons applied to Baltic Cod. Per J. Sparre.
- Nr. 192-08 Assessment of Ecosystem Goods and Services provided by the Coastal Zone System Limfjord. Anita Wiethüchter.
- Nr. 193-08 Modeldambrug under forsøgsordningen. Faglig slutrapport for "Måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug". Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Susanne Bouttrup, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard og Karin Suhr
- Nr. 194-08 Omsætning af ammonium-kvælstof i biofiltre på Modeldambrug. Karin Isabel Suhr, Per Bovbjerg Pedersen, Lars M. Svendsen, Kaare Michelsen og Lisbeth Jess Plesner.

Nr. 195-08 Fangst, opbevaring og transport af levende danske jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*). Preben Kristensen og Henrik S. Lund